

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



TRABAJO FIN DE MÁSTER

EVALUACIÓN E IMPLANTACIÓN DE HERRAMIENTA MÓVIL PARA LA
ASISTENCIA DE PERSONAS CON NECESIDADES ESPECIALES EN SUS
TAREAS DE LA VIDA DIARIA

Juan Carlos Torrado Vidal

Septiembre 2014

Tutor:

Germán Montoro Manrique



Resumen

En este Trabajo de Fin de Máster se describe la evaluación de una herramienta basada en *smartphone* para asistir a personas con discapacidad cognitiva en sus tareas de la vida diaria, llamada AssisT-Task, cuyo diseño inicial fue objeto de Trabajo de Fin de Grado. Esta aplicación proporciona manuales interactivos paso a paso con instrucciones para completar tareas cotidianas en su entorno o centro de empleo, utilizando como apoyo códigos QR y una herramienta de autor para que los educadores o familiares editen el contenido de estos manuales. En este trabajo se describen los cambios de funcionalidad que se han implementado, así como las necesidades que los justifican.

La evaluación se realiza a través de un experimento con usuarios en el centro de preparación laboral Fundación Síndrome de Down de Madrid. Se describe la planificación de dicho experimento, las bases teóricas y metodologías que lo apoyan, así como la muestra de población con discapacidad cognitiva que vamos a representar. Posteriormente, se analiza de forma cuantitativa y cualitativa la acción de los usuarios a partir del visionado de los vídeos pertenecientes a las sesiones del experimento. Los resultados obtenidos evidencian que AssisT-Task mejora el rendimiento de los usuarios en cuanto a tiempo de completado de las tareas, precisión y tasa de error.

Palabras clave

Tecnologías para la Asistencia, Discapacidad Cognitiva, Usabilidad, Evaluación, Metodologías, Métricas, Experimento con Usuarios, Dispositivos Móviles.

Abstract

This Master's Thesis is a description of the evaluation process for a smartphone tool developed to assist people with cognitive disabilities in their daily-life activities. It is called AssisT-Task, and its initial design was the main theme of an Undergraduate Thesis. This application provides step-by-step interactive manuals, a prompting system that allows to complete daily-life tasks in their environment or job, using QR codes as support and an authoring tool, so that caregivers and family can modify and create the content of these manuals. In this document are also described the new features developed because of new necessities discovered.

The evaluation is carried out through a user experiment with people from the center Fundación de Síndrome de Down de Madrid. Planification of the experiment, theoretical bases and methodologies and cognitive disabled population sample are also described. Then, the performance of the users is analyzed quantitatively and qualitatively from the viewing of the recorded videos during the experiment. The obtained results shows that AssisT-Task improves the performance of the users in terms of time, accuracy and error rate.

Keywords

Assistive Technologies, Cognitive Disabilities, Usability, Evaluation, Methodologies, Metrics, User Experiment, Mobile Devices.

A todos aquellos cuyos nombres no necesitan leer aquí para saber que les doy las gracias.

Juan Carlos Torrado
26 de septiembre de 2014

Índice general

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Motivación y objetivos | 1 |
| 1.2. Estructura de la memoria | 5 |
| 2. AssisT-Task | 7 |
| 2.1. Introducción | 7 |
| 2.2. Cambios desde la primera versión | 7 |
| 2.2.1. Modo de funcionamiento <i>off-line</i> | 8 |
| 2.2.2. Alarmas | 9 |
| 2.2.3. Planificación semanal | 9 |
| 2.3. Arquitectura | 10 |
| 2.3.1. Estructura de datos | 10 |
| 2.3.2. Cliente-Servidor | 12 |
| 2.3.3. Modos de flujo alternativos para tareas | 14 |
| 2.4. Interfaz | 16 |
| 2.5. Interacción | 19 |
| 2.6. Herramienta de autor | 21 |
| 3. Evaluación | 23 |
| 3.1. Introducción | 23 |
| 3.2. Metodología | 25 |
| 3.3. Perfiles y descripción de la muestra | 31 |
| 3.4. Análisis de los resultados | 33 |
| 3.4.1. Tiempo | 37 |
| 3.4.2. Fluidez | 38 |
| 3.4.3. Tasa de error | 38 |
| 3.4.4. Intervenciones | 39 |
| 3.4.5. Confusión | 40 |
| 3.4.6. Peticiones de ayuda | 40 |
| 4. Conclusiones | 43 |
| 4.1. Trabajo futuro | 44 |
| Bibliografía | 48 |
| A. Ejemplo de análisis retrospectivo de vídeo | 49 |
| B. Encuesta sobre el uso de la tecnología | 53 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| 2.1. Interfaz de la aplicación de creación de alarmas para tareas | 10 |
| 2.2. Interfaz de edición y planificación semanal de alarmas | 11 |
| 2.3. Selección de tarea a partir del listado obtenido de AssisT-Task | 12 |
| 2.4. Ejemplo de árbol de una tarea, con dos subtareas y cuatro pasos en total . | 13 |
| 2.5. Ejemplo de paso mostrado en la aplicación | 16 |
| 2.6. Interfaz de selección de usuario | 18 |
| 2.7. Interfaz de evaluación final de tarea | 19 |
| 2.8. Comparación entre pictograma, foto y foto resaltada | 20 |
| 2.9. Vista general de la herramienta de autor | 22 |
| 2.10. Modo editar de una tarea en la herramienta de autor | 22 |
| 3.1. Fotografías de las sesiones de evaluación en cuatro modos de Latin Square | 28 |
| 3.2. Esquema de T1 y T2 | 29 |
| 3.3. Herramienta de análisis de vídeos | 32 |
| 3.4. Resultados de tiempo | 37 |
| 3.5. Resultados de fluidez | 38 |
| 3.6. Resultados de tasa de error | 39 |
| 3.7. Resultados de intervenciones | 40 |
| 3.8. Resultados de confusión | 41 |
| 3.9. Resultados de peticiones de ayuda | 42 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| 3.1. Diagrama en Latin-Square para la distribución de soporte según grupo y tarea | 27 |
| 3.2. Perfiles de usuario en el experimento | 34 |
| 3.3. Resumen estadístico de los datos obtenidos por tarea y tipo de soporte . . | 35 |
| 3.4. Prueba t para la comparación de medidas por soporte y agrupadas por tarea | 36 |
| 3.5. Disposición de los gráficos de resultados y nomenclatura de sus componentes | 36 |

1 | Introducción

1.1. Motivación y objetivos

En este Trabajo de Fin de Máster se presenta una herramienta desarrollada para asistir a personas con discapacidad cognitiva en sus tareas de la vida diaria, así como una validación metodológica de usabilidad de la misma. La autonomía es el objetivo principal para cualquier persona que padezca algún tipo de discapacidad cognitiva [17], y comprende habilidades como la realización de tareas sin la necesidad de ser supervisado por un tutor o familiar en sus casas, centros de educación o lugar de empleo.

En este trabajo nos centramos en gente con discapacidad cognitiva susceptible de ser llamada a trabajar en empresa. Estas personas normalmente son preparadas previamente en un centro de capacitación laboral, donde los preparadores y profesores les ayudan a desarrollar varias habilidades que les permitirán desempeñar unas labores durante su empleo. Esta formación se adapta a cada perfil en función de sus capacidades y el empleo al que mejor se puede dedicar, y posteriormente las empresas contactan con estos centros solicitando personas que se adecuen a un perfil específico de trabajo. Existe un amplio abanico de habilidades laborales que los preparadores tienen que impartir en sus estudiantes: papelería, gestión de oficina, servicio de recepción, limpieza, mantenimiento, etc.

El método tradicional de preparación para entrenar y enseñar estas habilidades a personas con discapacidad cognitiva consiste en la repetición asistida de tareas en el tiempo. Sin embargo, durante el proceso en el que los preparadores supervisan la realización de la tarea, omiten la asistencia progresivamente hasta que es capaz de realizarla completamente sin ayuda. Esto permite que adquieran la autonomía que se le va a requerir en el empleo, donde no tendrán asistencia mas que en las primeras sesiones de trabajo. En este modo de preparación, se ofrece a los estudiantes un soporte en papel donde tienen instrucciones que les indican qué pasos tienen que completar para realizar la tarea por ellos mismos, en ocasiones con apoyo visual o pictórico [3]. Sin embargo, aunque este soporte esté cuidadosamente confeccionado por los preparadores, su comprensión y uso presentan una serie de desafíos para la persona con discapacidad intelectual: muchos de ellos tienen

problemas de comprensión lectora, dificultades para reubicarse cuando se pierden al leer un texto, extraer información específica a partir de una instrucción, etc. Evidentemente, cuando la asistencia para completar una tarea se convierte en un desafío propiamente, el éxito es muy improbable.

Partiendo de este problema, investigadores en tecnologías asistivas comenzaron a desarrollar ideas para suplir este problema introduciendo soporte tecnológico para el desarrollo de actividades de la vida diaria, tanto en el proceso de aprendizaje en el centro de preparación laboral como en sus propias casas, cuando tienen que enfrentarse solos al problema. La mayoría de los investigadores proponen nuevos dispositivos, específicamente desarrollados, que proporcionan instrucciones en interfaces paso a paso. En estos casos, el usuario debe aprender en primer lugar a utilizar el dispositivo en sí (normalmente son pantallas equipables -*wearables*- o interfaces de realidad aumentada o virtual [4] [3] [1] [12]) y a continuación aplicar su uso a la realización de tareas. Este entrenamiento supone un nuevo desafío: usar un dispositivo desconocido, que implica un aprendizaje añadido y un cambio en su paradigma de aprendizaje. Esta dificultad añadida puede, de nuevo, poner en alto riesgo el éxito de la herramienta.

Teniendo esto en cuenta, para este trabajo se realizó un estudio previo del uso de la tecnología en personas con discapacidad cognitiva. A través de cuestionarios y entrevistas que detallaremos en secciones posteriores, observamos que existe un uso muy extendido de la tecnología de comunicaciones en la población con discapacidad intelectual, muy similar en popularidad al de personas sin este tipo de discapacidad: usan con frecuencia *smartphones*, ordenadores y *tablets*. Este hecho también fue observado por algunos autores en la literatura [8] [13]. Hällgrenn *et al.* [10] aplicaron el cuestionario ETUQ (Everyday Technology Use Questionnaire) a 120 usuarios con diferentes tipos de discapacidad cognitiva. Los resultados mostraron que la dificultad percibida en la tecnología por este tipo de usuarios es directamente proporcional a la severidad de su discapacidad, con una menor influencia del propio interés del usuario por la tecnología pertinente o el tema que trata. Lancioni *et al.* [12] defienden que el progreso en el desarrollo de tecnologías asistivas debería ser paralelo al de la tecnología común, y propone una serie de estrategias de intervención para favorecer la asimilación de tecnología a estas personas. Respecto a este TFM, se concluyó que sería bastante más beneficioso utilizar tecnología ya conocida por los usuarios para ofrecer un soporte con unas garantías de éxito superiores. De esta manera el aprendizaje es mucho menos intrusivo: incluso aunque algún usuario en concreto nunca haya utilizado un *smartphone* o una *tablet*, realizar el aprendizaje previo que requiere no consistirá en un esfuerzo cuyo beneficio retribuirá exclusivamente a la tarea sobre la que se va a utilizar el dispositivo, sino que es un conocimiento útil a largo plazo, que puede aplicar a otros contextos en su vida y su formación.

Holzinger *et al.* distinguieron un factor muy importante en la utilidad final de este tipo de aplicaciones, que consiste en lo que denominaron *aceptancia*: la tolerancia por parte del individuo a introducir dispositivos nuevos en su vida. una persona con discapacidad cognitiva, a pesar de estar familiarizada con el uso, no usará el dispositivo si no tiene una total *aceptancia* del mismo. Los autores concluyeron que la *aceptancia* está estrechamente relacionada con la exposición previa a la tecnología, por lo que *smartphones* resultan ideales para este trabajo, ya que la exposición previa a esta tecnología está garantizada por la sociedad, que usa estos dispositivos ampliamente. En el caso en el que la persona no haya utilizado nunca estos dispositivos, comenzar la exposición a *smartphones* (como ejemplo de tecnología reciente y de asistencia) incrementará la *aceptancia* que el usuario presentará hacia esta tecnología de ahora en adelante. De hecho, escoger un dispositivo con alta *aceptancia* disminuye el riesgo de abandono de la tecnología con el tiempo, un problema que surge en casi el 35 % de los dispositivos de asistencia, como muestran algunos estudios [6].

Sobre esta base, se escogieron los *smartphones* como plataforma para desarrollar una aplicación que asiste a personas con discapacidad cognitiva en sus tareas de la vida diaria. El usuario tendría instalada la aplicación en su *smartphone*, quedando disponible para cuando la necesite. La asistencia será ofrecida a modo de manual interactivo, mostrando la ayuda en una secuencia de pasos a través de los cuales el usuario podrá navegar, y disponiendo de múltiples medios de obtener la ayuda: imágenes, texto, audio, etc. La idea consiste en que el usuario disponga de una vía intuitiva y fácil de saber cómo realizar una tarea en su entorno, simplemente cogiendo su *smartphone* y abriendo la aplicación. Otro asunto que hay que tener en cuenta es la selección de tarea, es decir, cómo saber qué manual hay que mostrar cuando se abre la aplicación. Identificar cada tarea por el nombre, una etiqueta o un pictograma puede convertirse en una carga para usuario, ya que exigir a alguien que no sabe cómo realizar una tarea identificar la misma es demasiado optimista. Entonces, se decidió eliminar este trabajo para el usuario, etiquetando el entorno con códigos de identificación, fácilmente legibles por el dispositivo. Así, la forma más barata, extendida y segura de etiquetado actualmente son los *QR Codes* ¹: convertimos el código de identificación de cada tarea en un código QR, que se imprime y pega donde se desee. Actualmente todos *smartphones* son capaces de leer estos códigos a través de la cámara, y este proceso de captura y decodificación es fácilmente incluíble en las aplicaciones a desarrollar. Considerando que estas etiquetas estarán dispuestas en un entorno que el usuario frecuentará, se desea una cierta tolerancia a errores a la hora de escanear estos códigos: los códigos QR contienen información redundante, por lo que si algún fragmento del código deja de ser legible, el contenido se puede seguir leyendo. Esto es de especial

¹http://en.wikipedia.org/wiki/QR_code

interés en cuanto a la elección de estos códigos para etiquetar las tareas en el entorno.

En resumen, se ha desarrollado para este trabajo una aplicación en *smartphone* Android que muestra una secuencia de pasos que asisten en la realización de una tarea. Al inicio de la aplicación, el usuario debe escanear el código QR perteneciente a la tarea que desean realizar (por ejemplo, si quieren ver la ayuda para hacer café, escanearán el código pegado en la cafetera). La idea es que los códigos QR se impriman y se dispongan en los lugares donde se pueden realizar tareas, dando lugar a una asistencia omnipresente en un entorno determinado [15]. Por ejemplo, una oficina podría tener varios artículos etiquetados con códigos QR (fotocopiadora, ordenador, guillotina de papel, teléfono, fax), de tal forma que el usuario escanearía estos códigos y obtendría la ayuda en su *smartphone*. Esta aplicación tiene el nombre de **AssisT-Task**.

AssisT-Task forma parte de un proyecto mayor llamado *AssisT*, que incluye otros proyectos relacionados con la asistencia en interiores y exteriores a personas con discapacidad cognitiva. AssisT-Task ofrece instrucciones sistemáticas al usuario, adaptadas a su contexto y sus necesidades, a través de secuencias de pasos mejoradas con estructuras de flujo alternativas: selección múltiple y repetición de pasos en la secuencia.

Para su validación, se ha aplicado una metodología personalizada que combina elementos propios de métodos de indagación y métodos de test, que ofrecen información sobre la usabilidad real de la aplicación. Se ha aplicado esta metodología a un experimento con dos grupos de usuarios de cinco individuos cada uno. A cada grupo se le ha hecho realizar el experimento con dos tareas diferentes. Cada tarea fue evaluada comparando el rendimiento asistido por instrucciones en papel (soporte tradicional) y el uso de AssisT-Task a lo largo de siete sesiones. Este estudio, por tanto, comprende 14 experimentos para cada uno de los 10 usuarios: 140 experimentos en total, un amplio *corpus* de interacción considerando el campo tecnológico al que pertenece (tecnologías para la asistencia).

De esta manera, se han obtenido medidas *intra-sujeto* e *inter-sujeto* bajo un modelo experimental de *Latin Square*. Antes del experimento, se pasó un cuestionario sobre el uso de la tecnología por parte de los usuarios que participaron posteriormente en el experimento, cuyas conclusiones confirmaron los beneficios comentados en la literatura que se extraen de utilizar *smartphones* como plataforma para la aplicación. En lugar de realizar otro cuestionario al final de la evaluación para obtener la valoración subjetiva del experimento, hemos extraído las medidas subjetivas a partir de las reacciones y los comentarios de los usuarios a lo largo de las sesiones experimentales, que fueron grabadas en vídeo y analizadas posteriormente. Esta información subjetiva se complementó con la opinión posterior de los preparadores laborales que asistieron a las sesiones, quienes preguntaron

posteriormente en clase a los usuarios sobre su opinión. De esta forma se permite obtener su opinión sincera, en un contexto en el que se sienten con libertad de expresarla.

Los vídeos fueron analizados clasificando eventos en forma de entradas en un fichero de registros. Esto facilita la recogida y análisis de los resultados, ya que tener el vídeo permite la asignación de marcas temporales a eventos, así como el estudio detallado de las acciones de los usuarios y su comportamiento.

1.2. Estructura de la memoria

- 2 AssisT-Task:** descripción de la herramienta central de este trabajo, donde se explica la arquitectura distribuida sobre la que está implementada, así como el modelo de datos que la soporta y los componentes de interfaz e interacción que se han decidido incluir. También se describen las ampliaciones y mejoras realizadas en la herramienta respecto a la versión previa.
- 3 Evaluación:** descripción de la validación que se ha efectuado sobre AssisT-Task, de forma metodológica y explicando los elementos de evaluación y métricas que se han aplicado al proceso. También se muestran los resultados obtenidos, así como su análisis e interpretación.
- 4 Conclusiones:** capítulo final donde se recogen las conclusiones principales extraídas de la implementación y evaluación de AssisT-Task, principalmente de la segunda. También se dan unas posibles líneas de trabajo futuro.

2 | AssisT-Task

2.1. Introducción

AssisT-Task es una herramienta que proporciona manuales interactivos adaptables a personas con discapacidad cognitiva para sus tareas de la vida diaria. La herramienta fue desarrollada como Trabajo de Fin de Grado [18], donde se describe en detalle la arquitectura y el modelo de datos inicial que permitió obtener una versión completamente funcional de la misma. Este Trabajo de Fin de Máster surge de la necesidad de continuar con algunas de las líneas de trabajo futuro expuestas en el Trabajo de Fin de Grado. Particularmente, se proponía realizar una evaluación exhaustiva y metodológica de la aplicación a través de un experimento con usuarios. En este trabajo se describe la planificación y ejecución de esa evaluación, así como los resultados obtenidos.

Esta herramienta es una aplicación de *smartphone* Android, mediante la cual el usuario con discapacidad cognitiva escaneará un código QR de su entorno, obteniendo acceso a un manual interactivo paso a paso que le irá describiendo cómo hacer la tarea. Cuando el usuario haya recorrido toda la secuencia de pasos, la aplicación se cerrará y guardará información sobre la actividad del usuario y la interacción con el dispositivo.

2.2. Cambios desde la primera versión

El Laboratorio de Inteligencia Ambiental (AmILab), donde se desarrolla este trabajo, ha mantenido contacto con varias asociaciones de personas con discapacidad cognitiva, entre ellas, la Fundación de Síndrome de Down de Madrid, con quienes se realizó el experimento. Este contacto permitió dar a conocer la herramienta, y por tanto, surgieron nuevos desafíos y ajustes a los que la herramienta debía enfrentarse si pretendía ser utilizada de manera realista en estos contextos. Por esto es que en el periodo de desarrollo de este Trabajo de Fin de Máster, se han llevado a cabo implementaciones nuevas de la herramienta, que satisfacen los requisitos sugeridos por los preparadores de los centros a los que asistimos y los requisitos que surgen dadas las circunstancias de los propios centros donde se usaría la herramienta.

2.2.1. Modo de funcionamiento *off-line*

La herramienta, inicialmente, se conectaba a Internet para realizar peticiones de información al servidor alojado en el laboratorio, donde se encuentran todos los datos concernientes a las tareas que se deben mostrar en el dispositivo móvil. Estas conexiones se realizaban a través del motor de comunicaciones ICE¹, que establece un protocolo de comunicación a nivel de puertos personalizados propios, y realiza una abstracción de las comunicaciones de bajo nivel. De esta forma, el programador no necesita gestionar puertos ni abrir *sockets*, sino utilizar la API de ICE para implementar las comunicaciones necesarias. En la Fundación Síndrome de Down, esta arquitectura supuso un problema, ya que en el centro disponen de una red Wi-Fi estrictamente protegida, que no permitió a ICE abrir puertos propios. Por ello, se decidió suprimir ICE de la aplicación, y se desarrolló una pasarela HTTP para que la aplicación realizase todos los intercambios de información a través de dicho protocolo, por un puerto seguro. Esta solución no sólo se implementó por este problema puntual, sino como previsión de que pudiese surgir el mismo problema en otros centros donde se utilizase la herramienta.

Por otra parte, también se contempló la posibilidad de que algún centro futuro no disfrutase de conexión inalámbrica Wi-Fi a la que pudiese conectarse el dispositivo. En este caso, decidimos que el móvil que se utilizase tendría acceso a una tarifa de datos, de manera que pudiese servirse de la conexión 3G. Así fue cuando presentamos la herramienta en otro centro, el Instituto de Psico-Pediatría “Dr. Quintero Lumbreras”, donde no había conexión Wi-Fi disponible. Además, la cobertura 3G era casi inexistente, por lo que ya se empezó a plantear una nueva versión de la aplicación sin conexión imprescindible a Internet.

Además, durante la defensa del Trabajo de Fin de Grado que da base a este trabajo, se sugirió como mejora hacer que la herramienta descargase toda la información necesaria al inicio de la tarea, y recorrerla sin conexión de ahí en adelante, en lugar de pedir elemento a elemento, con las peticiones que conlleva.

La unión de ambas ideas y necesidades da lugar a la versión final de AssisT-Task que se llevó a evaluación. Esta versión descarga toda la información de la base de datos remota al inicio de la aplicación: tareas, imágenes, usuarios y más elementos necesarios para el funcionamiento de la aplicación que detallarán en las secciones subsiguientes. Esta información se carga en una base de datos local del dispositivo, que queda almacenada en él aunque la aplicación no se esté usando. Así, si no hay conexión al inicio de la aplicación, el teléfono cargará los datos de la base de datos local, si la hubiera. Siempre que se instale

¹<http://www.zeroc.com/ice.html>

la aplicación, habrá que iniciarla con conexión al menos una vez, ya que de no hacerlo, estaríamos en un caso en el que no hay conexión ni hay datos previos almacenados en el dispositivo, por lo que no se podría arrancar la herramienta. En cualquier caso, el teléfono avisaría de estos hechos, particularmente del proceso de descarga, ya que según la conexión podría tardar un periodo de tiempo algo más extenso.

2.2.2. Alarmas

Otro lugar en el que presentamos la aplicación fue el Centro de Referencia Estatal de Atención al Daño Cerebral (CEADAC ²), donde nos sugirieron otro componente, muy necesario, según su experiencia. Uno de los problemas más frecuentes entre personas con dificultades cognitivas es la memorización: aplicado a las tareas, saber cuándo tienen que realizarlas. AssisT-Task ofrece el *cómo*, pero además se necesita saber el *cuándo*.

A partir de esto, se desarrolló en paralelo una aplicación simple de Android que permitía establecer unas alarmas en el dispositivo (ver figura 2.1). Estas alarmas se asociaban a una tarea, cuya selección se realizaba cargando el listado de tareas que AssisT-Task deja almacenado en el dispositivo. De esta manera, al llegar la hora establecida para una alarma, se abría la aplicación AssisT-Task, directamente iniciada con la tarea programada para esa hora. La alarma emite un pitido de advertencia, y permanecen en el móvil aunque éste sea reiniciado.

Esta aplicación es técnicamente distinta a AssisT-Task, y requiere un proceso de evaluación propio, por lo que no se contempla para el proceso de evaluación que se presenta en este trabajo.

2.2.3. Planificación semanal

En el CEADAC también se sugirió que las alarmas no sólo se limitan al ámbito diario. En muchas ocasiones, no interesa únicamente determinar a qué hora del día se disparará la alarma que notificará al usuario realizar cierta tarea, sino en qué días ocurre. Como decíamos en secciones anteriores, la autonomía es el fin mayor de este tipo de tecnologías para la asistencia, por lo que poder realizar una planificación semanal para que el usuario pueda confiar en una estructura horaria en sus tareas domésticas es un requisito muy necesario para poder dejar al usuario desenvolverse por sí mismo.

De esta manera, se modificó la pantalla de edición de las alarmas en la aplicación secundaria comentada anteriormente, donde ahora, además de escoger la tarea de entre un listado (ver figura 2.3) y la hora a la que se desea que se dispare la alarma, se podrán

²www.ceadac.es

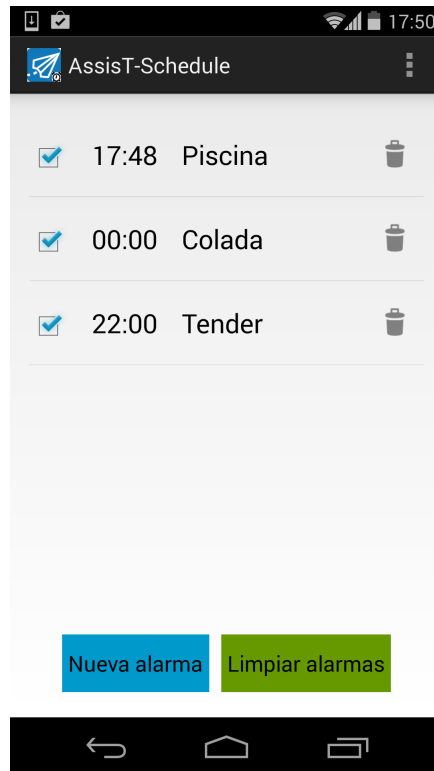


Figura 2.1: Interfaz de la aplicación de creación de alarmas para tareas

elegir los días de la semana que esa alarma debe saltar (ver figura 2.2).

2.3. Arquitectura

2.3.1. Estructura de datos

AssisT-Task está pensada para abarcar un amplio rango de tareas para asistir. Por ello, el modelo de datos que la soporta se diseñó para que fuera tan flexible como fuera posible, de tal manera que no sólo se pueden implementar tareas de tipo lineal, sino también modelos adicionales de operación como subtareas, adaptación al usuario, selección múltiple y repeticiones.

En AssisT-Task, las tareas se modelan a partir de tres elementos clave: tareas, pasos y fragmentos. Una tarea está compuesta de varios pasos, y un paso está compuesto por fragmentos. Estos tres elementos se representan en forma de árbol (figura 2.4). En el Trabajo de Fin de Grado [18] se pueden ver los fragmentos de código que definen a estos elementos. No se vuelve a insistir sobre este asunto en el presente trabajo, ya que el modelo no ha sufrido modificaciones.

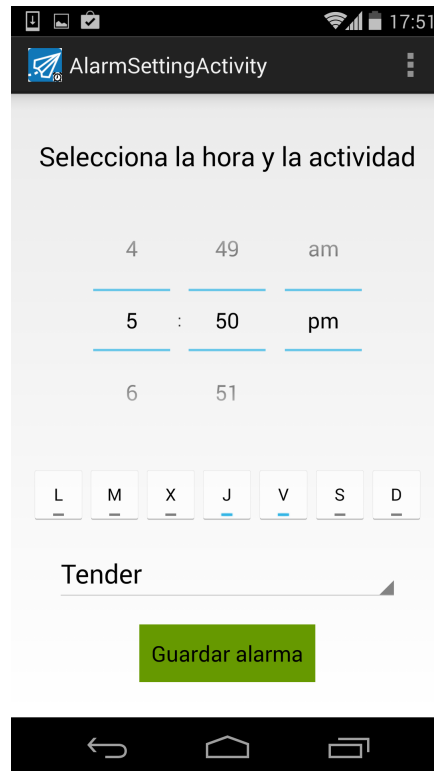


Figura 2.2: Interfaz de edición y planificación semanal de alarmas

Sin embargo, este modelo no sólo se compone de estos tres elementos y su estructura como árbol, sino también de las relaciones entre los mismos, que conectan los nodos a través de relaciones paso previo o paso siguiente, o también como nodos padres y nodos hijo. Estas relaciones son las que permiten que la aplicación móvil sepa construir una secuencia lineal de pasos a partir de la estructura en árbol en la que se organizan los datos.

Tareas

Representan actividades completas, y están compuestas de pasos. Una tarea podría ser *hacer la colada* pero no *abrir la tapa de la lavadora*, ya que la segunda es un paso dada su atomicidad. Si embargo, *abrir la tapa* bien podría ser un paso perteneciente a *hacer la colada*. Una tarea puede ser la raíz del árbol, así como uno de los nodos intermedios, siendo entonces una subtarea de otra tarea global. En cuanto a los nodos hijo, pueden ser pasos u otras subtareas.

Pasos

Son unidades de información de una tarea. El objetivo de estos elementos es que sean descritos de forma atómica. Estos elementos en el árbol sólo pueden tener como nodos padre a nodos de tarea, y sólo nodos fragmento como nodos hijo (excepto pasos de

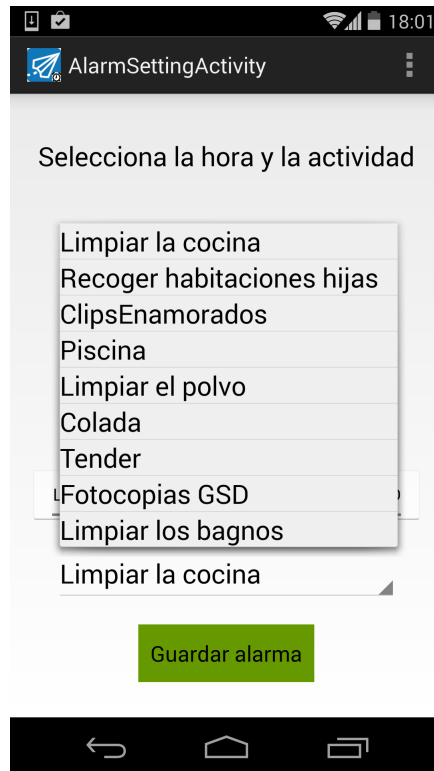


Figura 2.3: Selección de tarea a partir del listado obtenido de AssisT-Task

selección múltiple, cuyas opciones se representan como nodos hijo de ese padre). Un paso está conectado a dos nodos hermanos: el que representa el paso previo y el que representa el paso siguiente. Alternativamente, estos nodos hermanos pueden ser subtareas, cuyos nodos hijo serían, por tanto, los siguientes pasos en la secuencia. El recorrido detallado de este árbol se explica con más detalle en el Trabajo de Fin de Grado [18].

Fragmentos

Son componentes de información de los pasos. La presencia de fragmentos sigue la idea de ofrecer soporte multimodal para las tareas, de tal forma que contienen los datos y su tipo. Un paso suele tener dos fragmentos como nodos hijo: un fragmento de texto con la descripción o título del paso y un fragmento de imagen con una fotografía o pictograma ilustrativo del paso.

2.3.2. Cliente-Servidor

Como se explicaba anteriormente, cada paso se compone de dos elementos llamados fragmentos. Tareas, pasos y fragmentos se modelan en una base de datos alojada en un servidor y en el teléfono. Cuando el usuario lanza la aplicación, el dispositivo descargará y actualizará la base de datos de tareas a partir de la alojada en el servidor sólo si hay conexión a Internet. Si no existe conexión a Internet, cargará las tareas a partir de la

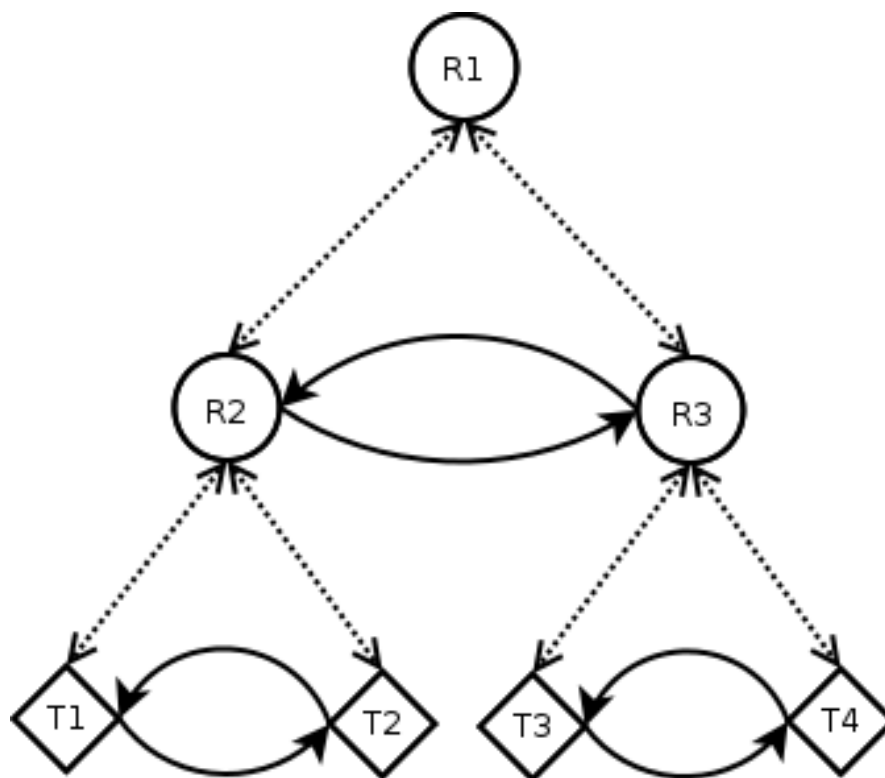


Figura 2.4: Ejemplo de árbol de una tarea, con dos subtareas y cuatro pasos en total

base de datos local preexistente; de no existir ésta, el teléfono emitiría un mensaje de error al usuario, ya que no hay tareas cargadas previamente ni conexión a Internet para obtenerla. El servidor contiene la información más completa y válida acerca de las tareas, ya que la herramienta de autor con la que se crean y editan tareas trabaja y exporta los contenidos en este servidor. Por tanto, en esta nueva versión, hablar de cliente y servidor sólo es relevante en el flujo de comunicación que se establece en dichos pasos iniciales del lanzamiento de la aplicación en el dispositivo.

Ya que la herramienta está destinada a dispositivos Android, la estructura del cliente se apoya en el paradigma de programación Android, que se compone de actividades. Cada una de estas actividades representa una interfaz visual o “pantalla” y su funcionalidad. En AssisT-Task, cada una de las interfaces que se describen en la sección 2.4 conforman una actividad Android. Siendo la usabilidad nuestro objetivo principal, un criterio básico para el lado del cliente consiste en reducir el número de pantallas al mínimo posible, de tal forma que la estructura global de la aplicación sea fácil de entender para usuarios con discapacidad cognitiva.

Sin embargo, no toda la lógica viene implementada en las actividades. Algunas partes de la funcionalidad han sido programadas en módulos adjuntos:

StepInfoProvider: se trata del módulo que consulta la actividad que muestra los pasos cuando necesita cargar la información de los mismos. Es responsable de la obtención asíncrona de la información del servidor cuando se inicia la aplicación y hay conexión a Internet (adicionalmente, en estos momentos los ficheros de registro creados en ejecuciones pasadas de la aplicación se pueden enviar al servidor y por correo en este momento). Estos datos que se descargan son: el conjunto de imágenes de usuarios, el conjunto de imágenes de los pasos y el volcado de la base de datos remota, de donde se obtendrá información actualizada sobre el contenido y la estructura de los pasos.

DatabaseAdapter: este módulo gestiona la base de datos creada localmente e inicializada por el módulo anteriormente descrito. Proporciona una API para encapsular el acceso con consultas a dicha base de datos.

Log: a pesar de tener una API de ficheros de registro proporcionada por Android, se ha desarrollado un gestor propio de ficheros de registro para almacenar la información de ejecución e interacción con la aplicación. Cada entrada es configurable atendiendo a diversos parámetros: usuario, tipo de entrada, marca temporal, acción, tipo de acción e información adicional. Todas las entradas se almacenan en un fichero que se guarda en el almacenamiento propio del dispositivo, para ser enviados al servidor y a un correo electrónico cuando haya conexión disponible.

2.3.3. Modos de flujo alternativos para tareas

Hasta ahora, el modelo de datos con las características explicadas permitiría confeccionar secuencias lineales de pasos (las subtareas tienen capacidad de agrupación de tareas, no afectan a la secuencia en sí). De esta manera, aunque se cubre un amplio rango de tareas posibles, se obtiene un modelo incompleto que no cubriría todas las posibles situaciones que tendría que afrontar una persona con discapacidad cognitiva en su vida diaria. Por ellos, para adaptar la herramienta al contexto del usuario y a sus necesidades, como se comentaba en el capítulo de Introducción, la herramienta y el modelo de datos se han mejorado con las posibilidades que se comentan a continuación.

Repeticiones Algunos pasos son capaces de repetirse en la secuencia tantas veces como se especifique al diseñar la tarea, o bien tantas veces como especifique el propio usuario al llegar la tarea, mediante una interfaz que le pediría este dato antes de exponer los pasos en cuestión. Esta característica se ha implementado teniendo en cuenta el beneficio que supone para personas con discapacidad cognitiva obtener instrucciones atómicas que les permiten completar tareas de forma mecánica y de fácil aprendizaje. Por tanto, en lugar de tener instrucciones que entrañen algo de complejidad cognitiva o numérica pero puedan ser descompuestas en otras repetitivas y simples, el usuario la aprenderá de forma

más inmediata. Por ejemplo, es preferible decir *cierra el siguiente sobre* repetidamente en lugar de decir *cierra sobres hasta que en el bandeja no haya más*. La primera instrucción hace el paso atómico, claro y entendible para el usuario, mientras que el segundo introduce información condicional y compleja que puede ser difícil de entender para personas con un nivel cognitivo menor. De hecho, es muy probable que los usuarios capten la componente compleja de estas indicaciones con el tiempo (comprobando los sobres que quedan en la bandeja por sí mismos, por ejemplo) de una manera más natural que una instrucción inicial más compleja.

Selección múltiple Esta característica es la que influye más en la adaptación de la aplicación al contexto del usuario. En algunas tareas cotidianas, la secuencia de pasos varía de acuerdo a varios eventos durante la ejecución o factores que afectan a la naturaleza de la tarea. Por ejemplo *hacer la colada* es diferente si la ropa a lavar es de color, blanca o delicada. Con un modelado lineal de pasos, no quedaría más remedio que hacer tres tareas diferentes, generar sus respectivos códigos QR y ponerlos en la máquina. Con tres opciones, no parece muy problemático (pese a que ya le estamos exigiendo al usuario saber qué tipo de lavado tiene que hacer, y escanear el QR correcto), pero en múltiples tareas (por ejemplo, fotocopiar, con todas las posibles opciones de tipo de papel, ampliaciones y reducciones, densidad, disposición de la copia, etc.) se convierte en algo impracticable para separar en tareas independientes. Entonces, la mejora de la aplicación consiste en permitir crear bifurcaciones, a través de pasos que muestran una lista de opciones en lugar de imagen y piden al usuario que tome una decisión sobre la tarea que está haciendo a través de una pregunta en el lugar donde se daba la descripción textual de la tarea. Así, *hacer la colada* contendría un paso preguntando qué tipo de ropa vas a lavar, con tres posibles respuestas: a color, blanca o delicada. Cada opción llevaría a distintas subsecuencias de pasos, convergiendo antes de acabar (no necesariamente, dependiendo del tipo de tarea) en un último paso para apagar la lavadora.

Adaptación al usuario Cada usuario con discapacidad intelectual tiene un conjunto de habilidades único, y el nivel cognitivo es muy difícil de medir. Al contrario que otras discapacidades, el nivel de *prótesis cognitiva* a otorgar depende de un número amplio y no muy definido de factores, algunos de ellos bastante sutiles [6]. Por tanto, existe una necesidad imperativa de hacer flexibles las herramientas tecnológicas que asisten a estas personas. Con esa idea en mente, AssisT-Task permite reducir el número de pasos para cada usuario: cuando se diseñan las tareas, cada paso va enlazado al siguiente por defecto, pero también se puede especificar que el siguiente en la secuencia sea un paso posterior, omitiendo los pasos que originalmente había entre ellos. Esta característica está implementada con la intención de que el creador de la tarea (un preparador laboral, en la mayoría de los casos) la diseñe de la manera más granularizada posible, de manera

que los individuos con un nivel cognitivo menor sean capaces de llevarla a cabo con esos pasos. Individuos con un nivel cognitivo mayor tendrían etiquetas en ciertos pasos indispensables, señalando que su siguiente paso *personal* sería otro diferente y posterior al predeterminado. Esta característica no sólo cubre variabilidad entre posibles usuarios, sino que además provee de un mecanismo para evitar la dependencia hacia las instrucciones [16] y permite ir disminuyendo el número de instrucciones en el tiempo, de tal manera que el usuario disfrutaría de una secuencia de pasos personalizada a lo largo de su proceso de aprendizaje: a medida que el usuario va aprendiendo a realizar la tarea, el preparador puede ir eliminando pasos de la secuencia progresivamente.

2.4. Interfaz

La aplicación muestra los pasos de la manera más sencilla posible: una corta descripción textual y una imagen ilustrativa. Bajo estos elementos, hay dos botones de navegación: hacia el paso siguiente y hacia el paso previo. Podemos ver un ejemplo en la figura 2.5.



Figura 2.5: Ejemplo de paso mostrado en la aplicación

Un elemento deseado en cualquier producto software que tenga por usuarios a personas

con discapacidad cognitiva es el soporte multimodal (imagen, vídeo, audio), y esto se logra en la aplicación permitiendo mostrar las instrucciones en otros medios además de imagen y texto. Sin embargo, la manera predeterminada de mostrar tareas es a través de un fragmento basado en texto y uno basado en imagen, ya que es la vía natural de ofrecer una instrucción. Es necesario explicar cuidadosamente cada detalle de la interfaz diseñada, así como la naturaleza de sus elementos y las metáforas que contiene, debido a que han sido escogidas y confeccionadas bajo sugerencia de preparadores y educadores de personas con discapacidad cognitiva, además de tener en cuenta algunas conclusiones extraídas al respecto de la literatura.

Texto: debe ser mostrado en con un estilo simple y natural, que no suponga dificultad al usuario. Algunos estudios [11] [14] demuestran que para usuarios con discapacidad cognitiva moderada, las intrucciones basadas en texto son más útiles que otras que requieran interpretación de la información o de metáforas, si se ofrece de manera adecuada. De hecho, la asistencia no tecnológica para personas con dificultades en la realización de las tareas diarias, se suele dar en formato de sólo texto. La lectura también incrementa su atención en la tarea y la concentración. En la aplicación, el texto se muestra en la parte superior, encima de la imagen.

Imagen: a no ser que sea lo suficientemente clara, se aconseja resaltar las zonas adecuadas de la imagen que requieran especial atención por parte del usuario [5]: por ejemplo, si el paso es *encender la fotocopidora*, la imagen correspondiente sería una fotografía del panel de botones de la máquina con el botón de *on/off* resaltado. Si la imagen es un pictograma en vez de una fotografía, el resaltado no es necesario. En 3.2 podemos ver un ejemplo de pictograma (para *desenchufar*) y fotografías (para *pulsar botón de copia*) sin resaltado y con resaltado en la zona correspondiente al botón adecuado.

Audio: cuando el usuario llega a un determinado paso, el texto que se muestra con la descripción del mismo es también leído por el motor de voz del dispositivo. También se lee cuando el usuario toca la pantalla mientras se está mostrando el paso y cuando transcurre una cantidad determinada del tiempo durante la cual el usuario no ha interactuado con el dispositivo. Se ha probado que las instrucciones por voz son la fuente más exitosa de guía en varios casos de estudio [7] [14].

Vibration: el dispositivo vibra ligeramente cuando el tiempo que se comenta anteriormente expira. Aunque algunos estudios intentaron desarrollar sistemas de guía basados únicamente en la vibración como estímulo de interacción, Mechling *et al.* [14] concluyeron que los estímulos hápticos como la vibración funcionan mejor como complemento a otros sistemas de soporte multimodal, por lo que en AssisT-Task, sólo se utiliza para atraer la atención del usuario.

Debajo del contenido están los botones para navegar a lo largo de la secuencia de tareas: uno para ir a la tarea previa y otro para ir a la tarea siguiente. Son de colores diferentes, a prueba de daltonismo y con una sutil connotación: el botón de paso siguiente es de color verde, como metáfora de refuerzo positivo, ya que pulsarlo supone avanzar en la tarea; mientras que el color amarillo del botón de paso previo es de un matiz neutro (no es negativo que necesites volver atrás para recordar un paso que no ha quedado claro). El significado de ambos botones viene dado por las flechas sobre ellos. Los preparadores explicaron que estas personas suelen responder bastante bien a indicadores con flechas para mensajes de direccionalidad, ya que es la metáfora que se les inculca de forma clásica a lo largo de su educación.

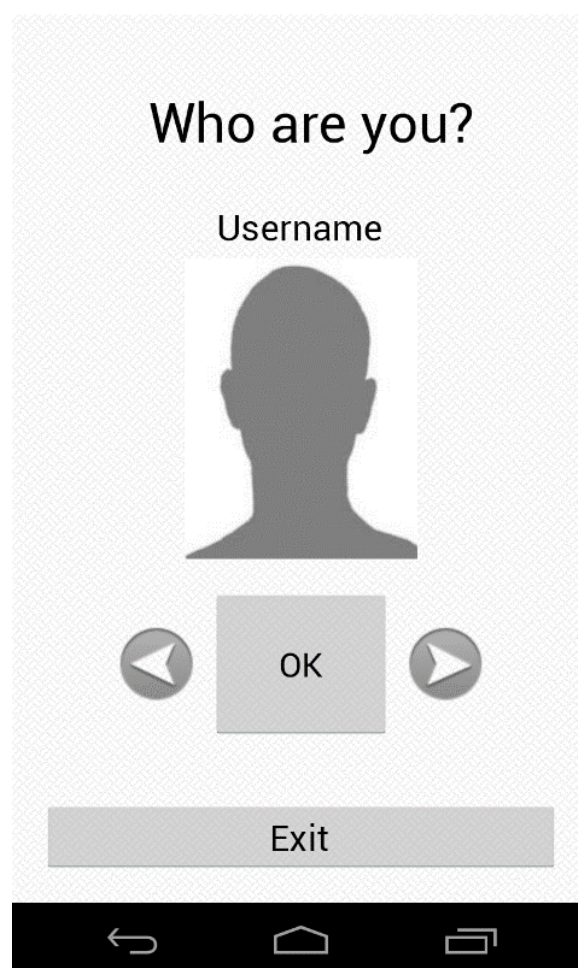


Figura 2.6: Interfaz de selección de usuario

Cuando la secuencia de pasos se ha realizado, y por tanto la tarea queda completada, la aplicación muestra una pantalla que indica al usuario que ha finalizado, con un mensaje positivo que refuerza su trabajo y un botón para cerrar la aplicación.

Cabe decir que los educadores solicitaron añadir una pantalla más al finalizar la apli-

cación, atendiendo a una versión final que pudieran utilizar ellos en sus clases (a fecha de redacción de este trabajo, la herramienta se está utilizando de esta manera, bajo su petición). Esta pantalla consiste en un breve y sencillo formulario de calificación que el profesor puede cumplimentar en la aplicación cuando el usuario ha terminado de realizar el recorrido por los pasos. En esta pantalla se marca un valor de corrección de la tarea, dentro de una escala descrita explícitamente por ellos, y la posibilidad de añadir un comentario. Estos datos se adjuntarán al fichero de registros que genera la aplicación, y esta información podría ser analizada y medida más adelante, pudiendo estudiar el progreso de los usuarios con cada tarea. Esta interfaz se muestra en la figura 2.7



Figura 2.7: Interfaz de evaluación final de tarea

Para el experimento con usuarios, se añadió una pantalla antes de la lectura de código QR que pide al usuario que se identifique, ya que teniendo varios usuarios realizando tareas con el mismo dispositivo requería etiquetar y registrar su actividad por separado, para poder realizar la clasificación de forma automática posteriormente. Esta interfaz (figura 3.1) consiste en una foto y el nombre del usuario al que pertenece, con botones para navegar a través de la lista interna de usuarios, del mismo modo que se pasan las tareas en la secuencia 3.1. Cuando el usuario encuentra su fotografía y nombre, pulsa el botón de *OK*.

2.5. Interacción

La interacción entre el usuario y la aplicación ha sido diseñada para ser la más simple e intuitiva posible. Además de la carga cognitiva que supone interpretar la información representada para cada paso, el usuario únicamente tiene que navegar hacia el paso previo o siguiente, de una manera natural. La disposición de los botones está hecha de tal



Figura 2.8: Comparación entre pictograma, foto y foto resaltada

manera que el usuario puede pulsarlos de forma cómoda tanto sujetando el móvil con las dos manos como con una (es deseable que los usuarios sean capaces de aprender a sujetar el móvil y manejarlo con una mano mientras completan la tarea con la otra).

A través de unas pequeñas pruebas antes del experimento, observamos que algunos usuarios pulsaban el botón de paso siguiente repetidamente, incluso sin leer la información perteneciente al paso, en un afán por avanzar y terminar lo antes posible. Esto les hacía no entender la secuencia de pasos, y cometían errores en la tarea. Debido a esto, se introdujo un retardo entre el momento en el que se muestra la información hasta que los botones son pulsables: el usuario no puede pulsar rápidamente el botón de paso siguiente sucesivamente y finalizar la tarea; tiene que esperar unos dos segundos (se puede configurar este intervalo) para que se le permita avanzar. Este tiempo que deben esperar permite que se vuelvan conscientes de la información presente en la pantalla. La temporización a la hora de proporcionar instrucciones se discute en un estudio de Chang *et al.* [3].

En algunos casos de discapacidad cognitiva (especialmente aquellos que implican problemas de memoria, como el daño cerebral adquirido), el usuario suele quedarse bloqueado cuando se trata de recordar cómo hacer algo o cuando la instrucción en ciernes comprende algo más de complejidad. Teniendo esto en cuenta, la aplicación ha sido diseñada siguiendo una filosofía de proactividad, es decir, el dispositivo no espera de forma pasiva a ser utilizado, sino que notifica al usuario tras un tiempo de inactividad. Si ha pasado un cierto tiempo desde que se mostró un paso, el dispositivo comienza a vibrar y/o a leer la instrucción en alto, con el motor de voz. De esta manera se incentiva al usuario a volver a intentar realizar el paso, así como atraer su atención en caso de bloqueo.

2.6. Herramienta de autor

Toda la información relacionada con pasos y tareas se crea y edita a través de una herramienta de autor desarrollada específicamente para los educadores. Esta herramienta es un factor que complementa a la aplicación móvil en términos de adaptabilidad y facilidad de configuración, actualización y reemplazo de contenidos.

Esta herramienta fue desarrollada como un Proyecto de Fin de Carrera [2], y consiste en una interfaz gráfica programada sobre el lenguaje Java FX. Permite visualizar todas las tareas disponibles, modificarlas (cambiar imagen, descripción, selección múltiple, repeticiones y adaptación a usuarios), crear nuevas tareas, borrar otras y generar el código QR para poderlo imprimir y pegar en el lugar que se desee. Estas acciones se realizan en un entorno *drag-and-drop* (ver figura 3.4).

La sección izquierda de la interfaz muestra una vista de árbol con las distintas tareas disponibles. Cuando el usuario pincha en una de ellas, la zona central muestra la estructura detallada de esa tarea, donde se puede organizar los pasos y subtareas que contiene, cambiar el nombre y generar el código QR. Mediante *drag-and-drop*, se puede arrastrar y crear un paso nuevo, ubicándolo en la tarea. En esta vista podemos configurar la adaptación a los usuarios, en la parte derecha, especificando el siguiente paso al paso dado según el usuario. Si se pincha un paso de la tarea mostrada, la vista central cambia a edición de pasos (figura 3.5), donde podemos editar el nombre, imagen, bifurcaciones a otras tareas, repeticiones y ver una vista previa del paso, como si fuera mostrado en el dispositivo móvil.

Una vez se pulsa el botón de guardado, todas las tareas son almacenadas en el servidor remoto, listas para ser obtenidas, leídas y recorridas por la aplicación del dispositivo móvil cuando se escanea su código QR pertinente.

3 | Evaluación

3.1. Introducción

En esta sección se describe la evaluación de la herramienta desarrollada, un proceso necesario para la validación completa de la herramienta y central para este Trabajo de Fin de Máster. La herramienta ha nacido a partir el consenso entre preparadores expertos de usuarios con discapacidad cognitiva y diseñadores de tecnologías para la asistencia, evitando perspectivas opuestas entre los implicados, que pueden llevar a la no comprensión de la herramienta cuando ésta se introduce en la vida del usuario, y por tanto, a un fracaso de la misma.

Aunque se pretende demostrar que la herramienta contribuye a su rendimiento positivamente en el tiempo, un objetivo mayor consiste en comprobar que la herramienta es verdaderamente útil, y que con ella obtienen beneficio en su vida diaria, siendo entonces una ayuda en lugar de un desafío o un cambio forzado en sus vidas. Un estudio de Dawe *et al.* [6] mostró tras un exhaustivo proceso de indagación que los implicados en este tipo de procesos (personas con discapacidad cognitiva, familia y educadores) esperan que las tecnologías para la asistencia posean las siguientes características:

Portabilidad: padres y preparadores describen la ausencia de portabilidad como un motivo de abandono. No se suelen usar dispositivos para asistencia pesados cuando se trabaja en un entorno móvil, como su casa o su centro de trabajo; más aún si se trata de exteriores [9]. En este trabajo se resuelve este problema mediante la selección de la plataforma: *smartphones*.

Simplicidad: la facilidad de uso es una propiedad esencial en las tecnologías para la asistencia, refiriéndose específicamente a la necesidad de una interfaz simple y una curva de aprendizaje baja. Los individuos con discapacidad cognitiva son muy susceptibles a los problemas de usabilidad. De hecho, la mera existencia de alguno de estos problemas a veces conduce a no volver a usar la herramienta por sí mismos. En cuanto a padres y educadores, su percepción de la complejidad tecnológica también tiene que ver con entender la funcionalidad, documentación, instalación y recuperación de fallos. La complejidad, por tanto, no siempre se reduce a la interfaz del

dispositivo. Habiendo discutido ya la respuesta de la interfaz de AssisT-Task en capítulos anteriores, la simplicidad de los restantes asuntos (configuración e instalación) viene dada, de nuevo, por la plataforma escogida para desarrollarla. Cada día la gente instala, desinstala y configura aplicaciones Android en sus dispositivos. AssisT-Task, técnicamente, no es más que otra aplicación Android, y la comprensión de su funcionalidad básica se da por hecho gracias a la difusión y alto índice de penetración de esta tecnología en la sociedad. Estas ideas, en lugar de conclusiones, deben ser tomadas como premisas que tienen que corroborarse antes de iniciar un proceso de validación de una herramienta de este tipo.

Facilidad de actualización y reemplazo: la necesidad de simplicidad también surge cuando un producto es susceptible de ser actualizado y/o reemplazado. Este asunto afecta más a familiares y educadores. La capacidad de reemplazar la tecnología también suele implicar costes para ellos. De nuevo estos problemas vienen resueltos por el paradigma Android de gestión de aplicaciones: actualizar nuestra aplicación es tan fácil como actualizar cualquier otra aplicación Android, sin implicar costes de instalación, personal técnico o tiempo significativo. Por otra parte, considerando actualización y reemplazo del contenido del que se nutre la herramienta (tareas, imágenes, pasos), la herramienta de autor es la que ofrece este servicio permitiendo realizar esta actualización sin necesidad de modificar la aplicación instalada en el dispositivo, ya que éste actualiza automáticamente su contenido si al iniciarse detecta una conexión a Internet adecuada.

Este repaso preliminar que considera diversos aspectos a cumplir por nuestra aplicación, sirve de base para introducir la verdadera validación: el experimento con usuarios. Esto proveerá datos que permiten concluir firmemente cuál es el verdadero efecto del uso de la aplicación por parte de personas con discapacidad cognitiva, en cuanto a tasa de aprendizaje, tasa de éxito y usabilidad de la interfaz.

Esta comparación será efectuada a través de unas sesiones de evaluación realizadas en la Fundación de Síndrome de Down de Madrid¹. Se trata de un centro de capacitación laboral, donde personas con discapacidad cognitiva entrena distintas habilidades con el objetivo de conseguir un empleo. Para ello, las empresas publican listados de trabajo para estos individuos, con los requisitos básicos para desempeñar cada uno. En el centro, los educadores clasifican a cada usuario por un perfil basado en sus habilidades, capacidades y limitaciones, sugiriendo posibles trabajos que puede desempeñar. esta clasificación ha resultado muy útil para la presente evaluación, ya que ha servido para formar los distintos grupos de experimentación (ver 3.3).

¹www.downmadrid.org

La preparación de estos usuarios se realiza a través de la repetición de tareas en el tiempo, durante las cuales el profesor debe supervisar la ejecución, corregir al usuario y planificar su proceso de aprendizaje. A pesar de que es un método aceptable y funcional desde el punto de vista del individuo, resulta inviable desde un punto de vista logístico. Normalmente, hay un preparador para cada 20 estudiantes, aproximadamente, y establecer un entrenamiento individual para cada uno de ellos requiere una planificación delicada y costosa. Esto también es debido a que no debe haber un intervalo de tiempo largo entre cada una de las sesiones de entrenamiento de cada usuario, en un esquema ideal de aprendizaje. Es más, estas sesiones siempre deben ser llevadas a cabo en el centro, de tal forma que los individuos asocien el aprendizaje que van asimilando al lugar y ambiente de trabajo que se suele imitar en estos centros.

Estos problemas hicieron que los preparadores se decidieran por un modelo de asistencia basado en un soporte de instrucciones. Compilaron todas las tareas de entrenamiento en un conjunto de hojas de instrucciones con ejemplos, pictogramas y todo tipo de referencia visual que ellos consideraron útil. Estas instrucciones, aunque no son tan útiles y exhaustivas como la asistencia presencial, les permite preparar a un número mayor de individuos.

Debido a esto, la idea de AssisT-Task fue recibida de manera entusiasta cuando se le fue presentada a los profesores del centro, ya que salva los obstáculos logísticos comentados anteriormente. Por otra parte, permite realizar bien el entrenamiento o bien la ejecución asistida real de la tarea donde quieran, teniendo la aplicación instalada en su propio *smartphone*. De esta manera, las tediosas hojas de instrucciones no harían falta en adelante. Por otra parte, usar *smartphones* añade una componente de motivación para completar tareas: los estudiantes se sienten más atraídos de forma evidente hacia nuevas tecnologías que hacia una hoja de instrucciones. Sin embargo, estas presunciones deben ser soportadas por una comparación exhaustiva y metodológica entre la ejecución asistida con instrucciones en papel y la asistida por AssisT-Task.

Así, el experimento conducido es la comparación entre ambos modos de asistencia. Las tareas que se escogieron para la prueba fueron *fotocopiar* y *archivar contratos* (de aquí en adelante, T1 y T2). La segunda implica una carga cognitiva significativamente mayor que la primera, la cual requiere cierta destreza manipulativa básica.

3.2. Metodología

La metodología que se ha seguido se puede considerar un tipo híbrido entre un método de indagación y un método de test, ya que comprende características de ambos: se llevaron

a cabo sesiones de *focus group*, encuestas y análisis estadístico de registros (características específicas de un método de indagación); mientras que también existen test retrospectivos (análisis de vídeos), *thinking aloud*, elementos del método del conductor y varios análisis de la acción de los usuarios con la herramienta (características específicas de un método de test).

Los métodos de indagación implican interactuar con los usuarios y observarlos en su trabajo, lo que genera ideas de diseño y permite un mejor ajuste inicial del mismo, a la vez que se evitan posibles problemas de usabilidad. Los métodos de test implican utilizar el resultado de la acción de los usuarios con el sistema para extraer conclusiones.

Se ha llevado a cabo el proceso de evaluación en una imitación de un entorno de trabajo real: los usuarios llevaron a cabo la tarea en su centro de capacitación laboral, donde hubo equipamiento para el trabajo para el que son preparados por sus educadores. El problema inicial de estas pruebas fue que no servía comparar el rendimiento de los usuarios con dos tipos de soporte en la misma tarea, ya que el aprendizaje obtenido de una manera ya afecta a la otra de manera acumulada, y mezclar la experiencia que obtienen de uno y otro soporte no tiene un sentido evaluador adecuado: tendríamos que distinguir, para un mismo usuario, cuánto de la tarea ha aprendido gracias al soporte en papel y cuánto gracias a AssisT-Task. Esto es prácticamente imposible de medir. Además, el usuario se sentiría confuso, al aprender de forma conjunta con dos tipos de soporte que le ayudan de forma diferente.

Por tanto, decidimos que cada usuario realizara dos tareas diferentes, a lo largo de siete sesiones para cada una. Los usuarios provenían de dos clases: una de ellas contenía alumnos más avanzados, con un nivel cognitivo mayor. Sin embargo, para la evaluación, formamos dos grupos nuevos (A y B), cada uno con cinco miembros que podían pertenecer indistintamente de uno u otro grupo del centro. La formación de los grupos se realizó bajo el criterio de los preparadores, y basado en características de perfil (ver figura 3.3). De esta forma, teniendo dos grupos y dos tareas, aplicamos el diseño de experimentos Latin Square, de manera que el grupo A realizó T1 con AssisT-Task y T2 con soporte en papel, mientras que el grupo B realizó T1 con soporte en papel y T2 con AssisT-Task (ver figuras 3.1 y 3.1). Latin Square, además es un diseño de experimentos destinado a evitar resultados polarizados. De esta forma, dos grupos similares y homogéneos, ejecutando las mismas tareas con soportes inversos, de manera que podemos obtener resultados de aprendizaje independiente que luego podremos comparar.

Antes de las sesiones, realizamos una sesión de *focus group*, donde preguntamos a usuarios y educadores sus opiniones respecto al uso de la tecnología en su vida diaria (a través de una encuesta para los usuarios y varias entrevistas con los educadores). Estas

| | Group A | Group B |
|----|---------------------|---------------------|
| T1 | Traditional support | AssisT-Task |
| T2 | AssisT-Task | Traditional support |

Cuadro 3.1: Diagrama en Latin-Square para la distribución de soporte según grupo y tarea

sesiones sirvieron, además, para introducir a las personas que iban a estar presentes en la evaluación. De hecho, al ser un grupo de personas con discapacidad cognitiva, muchos de ellos con ciertos problemas actitudinales en ciertos casos, siempre viene bien presentarse ante ellos y hablarle de la actividad que van a estar realizando las próximas semanas, así como las personas que estarán con ellos. Sin embargo, al presentarnos, mostraron una actitud excelente y predisposición a realizar la prueba de la aplicación. Los preparadores señalaron que, como es de esperar teniendo en cuenta la edad de los estudiantes, cualquier actividad que implique utilizar tecnología les resultaría atractiva.

Los resultados de esta sesión reafirmaron la elección de plataforma que hicimos para la herramienta. Los participantes en la encuesta fueron más que los que luego formaron parte del experimento: de esta manera, podíamos sacar conclusiones más fiables (21 participantes en la encuesta, 10 participantes en el experimento). El 100 % de los usuarios tienen teléfono móvil: 12 de ellos (57.4 %) identificaron el suyo como *smartphone*. En cuanto al uso de *smartphones*, 15 usuarios dijeron usar el suyo muy a menudo, mientras que cinco dijeron que lo usaban con poca frecuencia. Sólo un usuario dijo que apenas usaba el suyo. Cabe señalar que es bastante difícil obtener respuestas escaladas de este tipo de usuarios: tienden a dar respuestas muy polarizadas, ya que vacilan a la hora de dar matices, por lo que si sienten que su respuesta a una pregunta ya es ligeramente positiva, emitirán un resultado abruptamente positivo en lugar de moderado. También ocurre esto porque tiene problemas para sintetizar datos sobre su vida diaria en balance, y dar una respuesta valorativa al respecto. En nuestro caso, la escala presentada en las respuestas es de tipo *likert*. Diez usuarios (47.62 %) tenían su propia *tablet*, y la usaban con frecuencia. La mayoría de los usuarios usan *smartphones* y *tablets* para ocio: realizar fotografías, navegar por Internet, visitar redes sociales, juegos y realizar llamadas a amigos y familia. 18 usuarios también tenían su propia dirección de correo electrónico (85.71 %), y 11 de ellos lo comprueban y gestionan de forma autónoma. Todos los participantes afirmaron ser capaces de buscar información en Internet.

Durante las reuniones con los educadores del centro, ellos siempre se mostraron profundamente interesados en el uso de la herramienta, y cada comentario referente a po-

sibilidades que ofrecía nuestra herramienta eran recibidos y comentarios tipo “Esto es justo lo que necesitan estos usuarios”. Además, ellos han ayudado a ampliar y redirigir nuestra perspectiva de las necesidades de personas con discapacidad cognitiva, indicando, por ejemplo, elementos de la interfaz que deberían estar o no presentes, y de qué manera. Fundamentalmente, toda la justificación que soporta los elementos de interfaz descritos en el capítulo 2 que no provenga de la literatura, se extrae de la ayuda que se obtuvo de estos especialistas. Inicialmente, se habían hecho presunciones sobre el contenido y la disposición del mismo, y el resultado final consiste en el refinamiento de estos detalles de interfaz por su parte.



Figura 3.1: Fotografías de las sesiones de evaluación en cuatro modos de Latin Square

En cuanto a la estructura de las tareas T1 y T2 (ver 3.2), ambas contienen un único paso de selección múltiple (*seleccionar tipo de copia* en T1 y *escoger la carpeta adecuada* en T2). Constan de 10 y 9 pasos, respectivamente. Se realizaron siete sesiones para cada tarea: la primera, cuarta y última fueron sesiones de *test*, donde los usuarios realizaron las tareas sin soporte (ni tecnológico ni en papel), para comprobar la cantidad de aprendizaje acumulado hasta el momento.

Aplicar el método Latin Square a lo largo de este número de sesiones nos proporciona datos de carácter intra-sujeto o *within-subjects* (estudiamos el progreso de cada usuario a lo largo de varias sesiones) e inter-sujeto o *between-subjects* (comparamos diferentes usuarios con un perfil similar con y sin la herramienta). Ya que estudiamos el proceso de aprendizaje de los usuarios con la herramienta, siete sesiones semanales para cada tarea permite un espaciado homogéneo de las sesiones, que no implica *carryover* del aprendizaje ni fatiga.

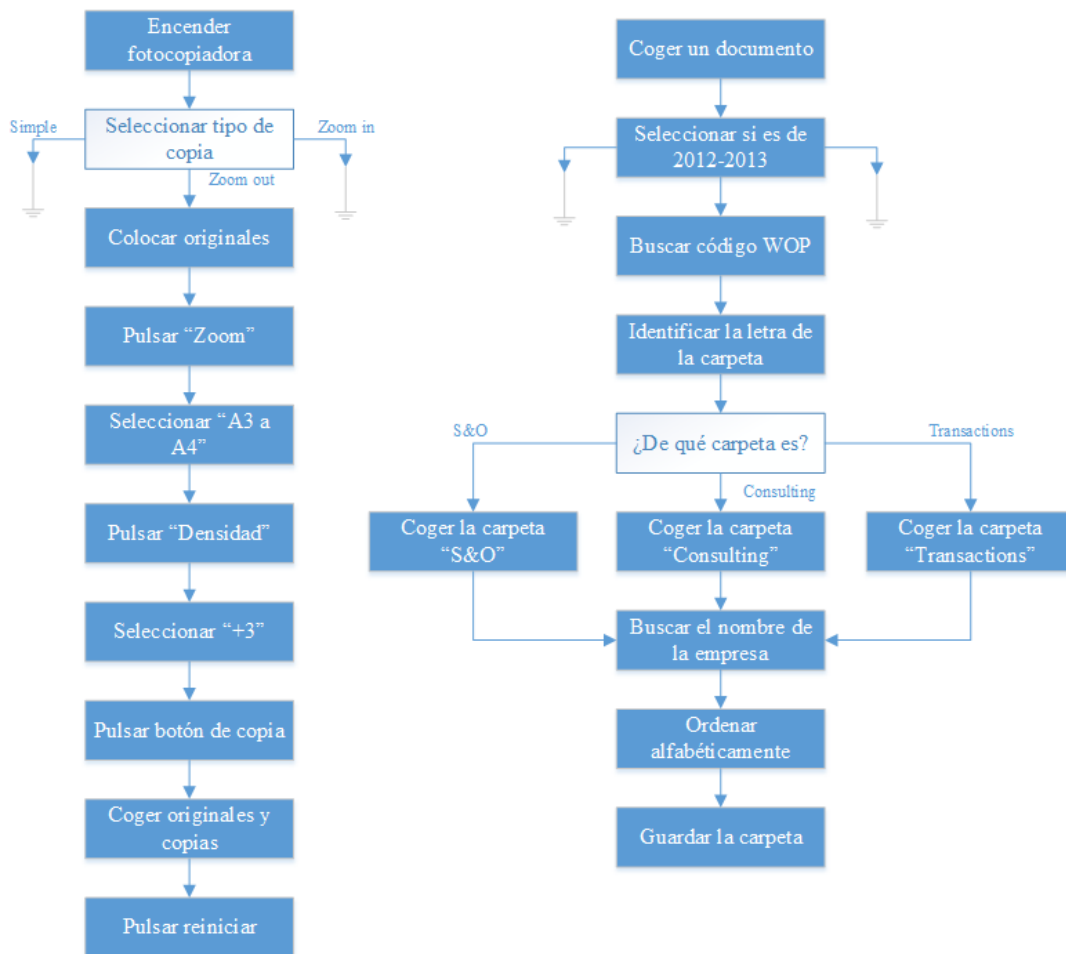


Figura 3.2: Esquema de T1 y T2

La realización de las tareas fue grabada en vídeo. Esos vídeos fueron analizados posteriormente, identificando y clasificando eventos como sigue:

Tiempo de completado: es el tiempo comprendido entre el principio y el fin de la tarea. Esta medida debe ser tomada en cuenta cuidadosamente, ya que no es fuertemente representativa para la comparación entre usuarios: el hecho de que un usuario tarde un minuto en completar la tarea y otro tarde cinco no implica una diferencia clara entre sus respectivos rendimientos. Existen usuarios que, simplemente, tardan más tiempo en completar una tarea que otros, independientemente de su tasa de

éxito. Sin embargo, esta medida se convierte en un valioso medidor de progreso para un mismo usuario cuando observamos su evolución a lo largo de las sesiones, comparando los tiempos que ha ido empleando cada vez.

Fluidez: se mide calculando el tiempo comprendido entre acción y acción dentro de una tarea, siempre que éstas sean representativas de la sesión. Que sean representativas significa que entrañan una parte de la tarea, fundamentalmente las ejecuciones de los mismos pasos que se les indica. Por ejemplo, *pedir ayuda* no se considera acción representativa, pero *abrir la bandeja de papel* sí. Una vez recogidos estos datos, la fluidez estimada para una sesión es el valor medio de estas diferencias de tiempo. En ocasiones, los usuarios emplean mucho tiempo en completar un cierto paso, pero las tareas diseñadas contienen un número suficiente tal de acciones representativas que estos valores atípicos no representarían ningún tipo de problema a tener en cuenta a la hora de interpretar estos resultados.

Tasa de errores: se considera que un usuario comete un error cuando realiza una acción incorrecta que atañe directamente a la tarea. Por ejemplo, en T1 es un error hacer dos copias en lugar de una (la instrucción ordena específicamente realizar una copia), pero no lo es reiniciar la fotocopidora antes de empezar a trabajar (aunque las instrucciones no indican realizarlo, no es incorrecto reiniciar la máquina previamente, y no conduce a error a la tarea). En cuanto a T2, un error típico podría ser introducir un documento en la pestaña incorrecta de la carpeta, pero no es considerado un error dejar los documentos descartados en la pila de documentos en lugar de fuera de la bandeja, ya que no existe instrucción en la tarea que se lo impida explícitamente.

Intervenciones: esta medida representa el número de veces que los evaluadores tuvimos que intervenir para ayudar al usuario cuando se bloquea o comete un error crítico que le va a impedir continuar haciendo la tarea adecuadamente. También intervenimos cuando el usuario parece completamente confundido, sin ser capaz de continuar y no pide ayuda.

Confusión: se considera un evento de confusión cuando el usuario comienza a hacer algo sin sentido para la tarea o parece perdido. En T1 y T2, un evento típico de confusión es, por ejemplo, quedarse leyendo la hoja de instrucciones indefinidamente sin encontrar algo concreto ni continuar durante un intervalo largo de tiempo.

Peticiones de ayuda: se incluyen aquí tanto peticiones de ayuda explícitas como implícitas. Los evaluadores únicamente coincidimos con los evaluados una vez antes de las sesiones, por lo que al no conocernos mucho, algunos se mostraban muy tímidos a interactuar con nosotros. Esto causa que muchas peticiones de ayuda eran

implícitas, es decir, se podía percibir que la estaban buscando, pero no formulaban la pregunta.

Comentarios: considerando dos tipos, satisfacción ("*¡Ya sé!*", "*¡Voy bien!*", "*¡Se me da bien esto!*", "*OK*", "*Ya entiendo*"...) y frustración ("*Esto no me sale...*", "*No puedo hacer esto...*").

Estos datos son la fuente principal de medidas objetivas de esta evaluación. Este análisis fue realizado con la ayuda de una herramienta automática (también desarrollada para este Trabajo) que clasifica entradas por etiquetas, con una marca temporal asignada y que se registran en un fichero. La herramienta también está desarrollada en Android, para una plataforma *tablet*, y consiste en un panel de botones que representan las acciones representativas de cada tarea, por una parte, y botones con las observaciones de satisfacción, frustración, error, peticiones de ayuda, confusiones y demás elementos susceptibles de medición en la evaluación que no sean considerados acciones representativas (ver figura 3.3). De esta manera, se puede realizar un análisis retrospectivo: los evaluadores, una vez acabadas las sesiones, analizan los vídeos mediante el visionado asistido con la *tablet*, cuya aplicación envía los ficheros de registro vía *e-mail*. Así, obtenemos un conjunto de ficheros de sesión para cada usuario, que se han procesado de forma automática con un conjunto de scripts en lenguaje Ruby². Este sistema de procesamiento automático de ficheros de registro también ha sido desarrollado para este trabajo, y el resultado de su aplicación sobre estos ficheros es un conjunto de datos numérico global de todas las sesiones y todos los usuarios. Estos datos ya permiten un análisis estadístico directo con cualquier herramienta: para este trabajo, se ha utilizado el software de análisis estadístico SPSS de IBM³. Se escogió analizar las sesiones de evaluación de manera retrospectiva, con vídeos, en lugar de la observación directa en clase porque permite un estudio mucho más profundo y detallado de la acción de los usuarios. Por otra parte, permite que los evaluadores puedan asistir las sesiones de evaluación de forma más directa y cómoda, ya que no tienen que estar tomando notas, perdiendo información valiosa en el proceso. Durante las sesiones, sí tomamos algunas notas, pero la información que incluían resultó estar también presente en los vídeos, por lo que fue desestimada finalmente.

3.3. Perfiles y descripción de la muestra

En el centro de capacitación laboral, pudimos disponer de dos grupos de usuarios, clases A y B. La clase A estaba compuesta de usuarios con discapacidad cognitiva genérica. Algunos padecían otro tipo de problema adicional como visión reducida o problemas de comportamiento. Su nivel de capacitación laboral era generalmente alto, y los estudiantes

²www.ruby-lang.org

³www.ibm.com/software/es/analytics/spss/

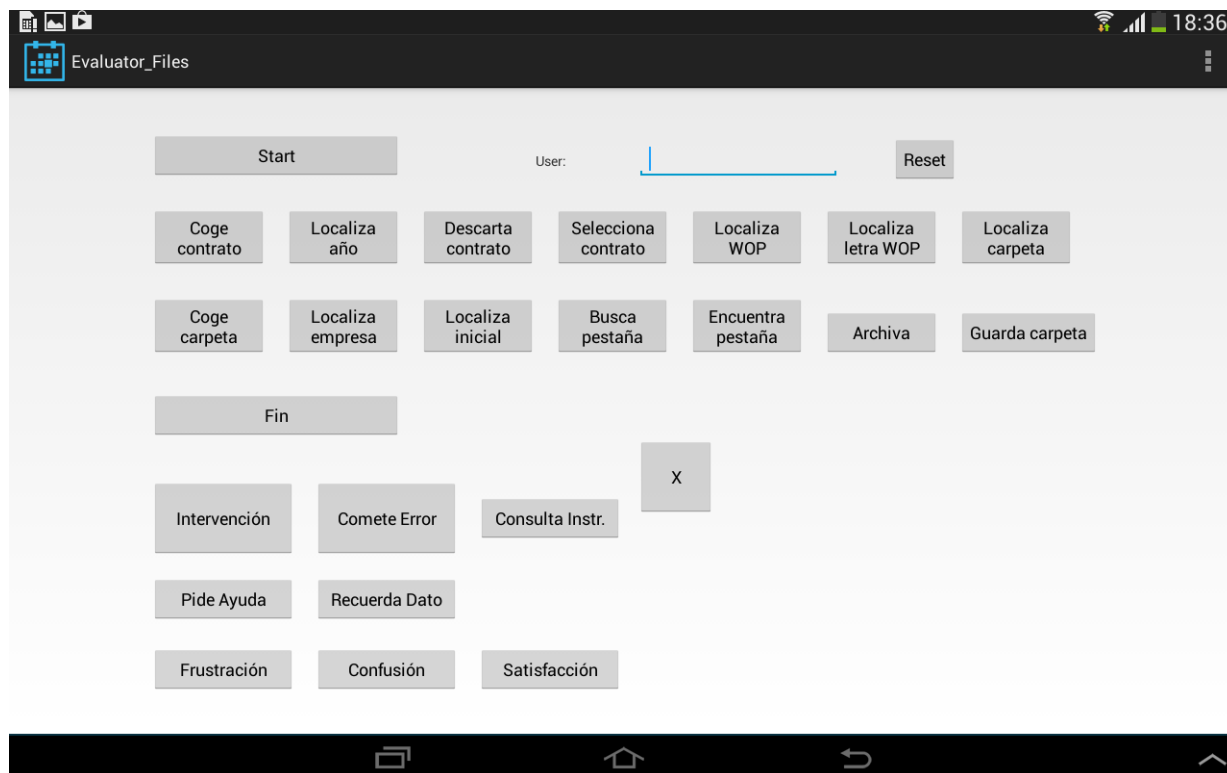


Figura 3.3: Herramienta de análisis de vídeos

que pertenecen a esta clase suelen dejar el centro porque son llamados a empleo. Esto resultó inicialmente un problema si queríamos disponer de un grupo fijo de personas a lo largo de todo el intervalo de tiempo que durase el proceso de evaluación, con sus siete sesiones. Esta es la razón por la que no toda la clase participó en el experimento, así como otras razones que se explicarán a continuación. Estos estudiantes mostraron un uso frecuente de tecnología en su vida diaria: para comunicarse con sus amigos y familia y para ocio.

La clase B estaba compuesta mayoritariamente por usuarios con Síndrome de Down. Su nivel de capacitación laboral era bastante variable: había usuarios con una gran dificultad para entender pasos en una secuencia perteneciente a cualquier actividad, otros con problemas de memoria, concentración y actitud; algunos tenían también grandes dificultades comunicativas, pero una buena disciplina, en cuanto a seguir instrucciones y trabajos. Estos últimos eran también llamados frecuentemente a empleo, incluso algunos de ellos realizaban prácticas en el propio centro, realizando labores de papelería y recepción.

Ayudados por los preparadores del centro, seleccionamos algunos usuarios de ambos grupos. El objetivo principal consistió en evitar cualquier problema de polarización de la muestra en el experimento, por lo que ambos grupos fueron confeccionados considerando

variabilidad y simetría: incluimos usuarios de alto nivel cognitivo en ambos grupos, y de la misma manera usuarios con un nivel menor. Adicionalmente, esta formación aumenta la representatividad de nuestros grupos, ya que los preparadores insistieron en introducir variabilidad en ambos grupos en cuanto a la familiaridad de los integrantes con la tecnología y los teléfonos móviles. Por tanto, ambos grupos contienen tanto usuarios que apenas han utilizado un *smartphones* o Internet previamente, así como usuarios que sí frecuentan el uso de estas tecnologías. Aunque no se han tenido en cuenta factores demográficos para la formación de los grupos, los criterios mencionados aseguran que se han formado dos muestras representativas y estratificadas de población con discapacidad cognitiva susceptible de ser llamada a empleo. La información que manejamos sobre cada usuario y que nos permitió construir los grupos fue proporcionada por los educadores, quienes clasifican a cada usuario en términos de:

Nivel cognitivo: atención, memoria, flexibilidad y seguimiento de instrucciones

Habilidades sociales: habilidades básicas, relación con los demás y resolución de problemas

Destrezas manipulativas: habilidades motoras, ritmo, orden y limpieza

Comportamiento: responsabilidad y motivación

Perfiles de trabajo adecuados: por ejemplo, papelería, auxiliar de oficina, mozo de almacén, etc.

Además, estos factores se suelen contabilizar y sintetizar en un único dato llamado **porcentaje de discapacidad**. En España, este valor se utiliza como referencia para aplicar criterios de ayudas económicas y sociales a personas con cualquier tipo de discapacidad: física, cognitiva, etc. Un individuo se considera oficialmente como discapacitado si su porcentaje de discapacidad supera el 33 %. La discapacidad cognitiva contribuye a aumentar el valor de este parámetro enormemente.

La formación de los grupos se muestra en la tabla [3.2](#).

3.4. Análisis de los resultados

Considerando la complejidad que supone dar un resultado único a partir de un experimento donde se consideran y miden múltiples factores, el análisis de resultados se realiza de forma fragmentada, separando en primer lugar las dos tareas, y a continuación, los dos soportes utilizados, para poder comparar independientemente el progreso y los resultados con distintos soportes para las dos tareas dadas.

| Usuario | Edad | Género | % Discapacidad | Perfil de trabajo | |
|---------|------|--------|-------------------|---|---------|
| U1 | 22 | M | 55 | Auxiliar de oficina complejo | GRUPO 1 |
| U2 | 37 | F | 68 | Auxiliar de oficina simple | |
| U3 | 25 | F | 75 | Auxiliar de oficina y educativo simple | |
| U4 | 32 | M | 65 | Auxiliar de oficina | |
| U5 | 21 | M | 33 | Auxiliar de oficina cara al público | |
| U6 | 21 | F | 75 | Auxiliar de oficina complejo | GRUPO 2 |
| U7 | 21 | M | 65 | Mozo de almacén, correo, abastecimiento | |
| U8 | 22 | M | 53 | Cualquiera | |
| U9 | 22 | F | 65 | Auxiliar de oficina simple | |
| U10 | 23 | F | 65 | Auxiliar de oficina, auxiliar educativo | |
| Avg | 24,6 | | 61,9 | | |
| Stdev | 5,48 | | 12,4 | | |

Cuadro 3.2: Perfiles de usuario en el experimento

Como se explicó en secciones posteriores, se han medido seis factores que afectan al desempeño de una tarea: tiempo, fluidez, tasa de error, número de intervenciones, confusión y peticiones de ayuda. El tiempo y la fluidez se dan en unidades de milisegundos, ya que la herramienta que se utilizó para el análisis de vídeos atribuía marcas temporales a los eventos, con la precisión que conlleva. Sin embargo, el análisis que se realiza con estos datos es comparativo y de progresión, por lo que no importa el error ínfimo que pueda acarrear tener estos datos con un detalle tan fino. El resto de parámetros son numéricos. Cabe mencionar que los resultados obtenidos de la medición de comentarios de los usuarios y de las ocasiones en las que parecían recordar datos provenían de unos datos de partida muy escasos, por lo que no son significativos para extraer conclusiones, y se han omitido en el análisis de resultados. Quizá con un experimento con más usuarios y más sesiones, se hubieran producido más eventos de este tipo, que diesen lugar a algún resultado interesante.

En la tabla 3.4 se muestran los resultados de comparar las medias de los factores previamente descritos, a través de unas pruebas-t de igualdad de medias. Esta prueba sólo muestra cuáles de los parámetros ofrece una diferencia estadísticamente significativa entre utilizar soporte tradicional y AssisT-Task a través de un resultado único, sin considerar progreso ni aprendizaje del usuario, únicamente balance final. En cuanto a T1, se encuentra significancia estadística en la tasa de error: con AssisT-Task, los sujetos han cometido menos errores con la aplicación móvil que con el soporte en papel ($p = 0,04$). Por otra parte, respecto a T2 existe una diferencia estadísticamente significativa en fluidez ($p = 0,027$), confusión ($p = 0,035$) y tiempo de completado de la tarea ($p = 0,023$). Estas diferencias son positivas, es decir, son en beneficio de la segunda tecnología, AssisT-Task.

| Tarea | Medida | Soporte | N | Media | Media desviación típica | Media error desviación típica |
|--------|---------------|-------------|---|-------------|-------------------------|-------------------------------|
| Copier | Fluency | Paper | 5 | 7.881,8720 | 4.569,79060 | 2.043,67248 |
| | | AssisT-Task | 5 | 2.470,6660 | 4.614,88290 | 2.063,83837 |
| | Interventions | Paper | 5 | 8,60 | 3,715 | 1,661 |
| | | AssisT-Task | 5 | 4,60 | 3,209 | 1,435 |
| | Confusion | Paper | 5 | 3,20 | 1,304 | ,583 |
| | | AssisT-Task | 5 | 3,00 | 1,581 | ,707 |
| | HelpRequests | Paper | 5 | ,80 | 1,304 | ,583 |
| | | AssisT-Task | 5 | 1,40 | 2,074 | ,927 |
| | Errors | Paper | 5 | 1,00 | 1,414 | ,632 |
| | | AssisT-Task | 5 | -,80 | ,837 | ,374 |
| File | Fluency | Paper | 5 | 58624,4000 | 13894,80116 | 6213,94399 |
| | | AssisT-Task | 5 | 101974,8000 | 56470,93239 | 25254,56871 |
| | Interventions | Paper | 5 | 7.891,9380 | 5.749,48088 | 2.571,24602 |
| | | AssisT-Task | 5 | -2.146,3640 | 6.015,73407 | 2.690,31806 |
| | Confusion | Paper | 5 | 4,20 | 2,387 | 1,068 |
| | | AssisT-Task | 5 | ,80 | 3,114 | 1,393 |
| | HelpRequests | Paper | 5 | 1,60 | 1,140 | ,510 |
| | | AssisT-Task | 5 | -,40 | 1,342 | ,600 |
| | Errors | Paper | 5 | ,20 | ,447 | ,200 |
| | | AssisT-Task | 5 | ,40 | 1,140 | ,510 |
| | Time | Paper | 5 | ,80 | ,837 | ,374 |
| | | AssisT-Task | 5 | ,00 | 2,121 | ,949 |
| | | Paper | 5 | 105089,8000 | 73096,30788 | 32689,66266 |
| | | AssisT-Task | 5 | -36203,0000 | 85236,04781 | 38118,71941 |

Cuadro 3.3: Resumen estadístico de los datos obtenidos por tarea y tipo de soporte

Cuantitativamente, T2 ofrece mejores resultados que T1, aunque los factores determinantes de cada una no son los mismos (hecho que se discutirá más adelante). Estos resultados se pueden resumir diciendo que, en balance, la aplicación móvil es beneficiosa para la fluidez, tiempo de completado y precisión a la hora de desempeñar una tarea de carácter puramente cognitivo, mientras que amortigua la tasa de error para otras de carácter más manipulativo.

A continuación se realiza un análisis de la evolución de las siete sesiones del proceso de evaluación. Para cada factor medido, se presentan los resultados en forma del Latin Square con el que se planificaron estas sesiones, de manera que los resultados y la evolución son más legibles y fáciles de interpretar. En cada figura se muestra el progreso de cada usuario (cada uno de ellos etiquetado con la referencia establecida en la tabla 3.3), con su respectivo soporte y tarea. Cuando se hable de alguno de los cuatro componentes de cada gráfico, la nomenclatura será la siguiente, derivada del inglés: UL (*upper-left*), UR (*upper-right*), LL (*lower-left*) y LR (*lower-right*). Cada uno de estos gráficos, sin embargo,

| Independent Samples Test | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------|------------------------------|----|--------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|
| Task | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
| | | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95 % Confidence Interval | |
| | | | | | | | Lower | Upper |
| Copier | Fluency | 1,863 | 8 | ,099 | 5.411,20600 | 2.904,48379 | -1.286,54562 | 12.108,95762 |
| | Interventions | 1,822 | 8 | ,106 | 4,000 | 2,195 | -1,063 | 9,063 |
| | Confusion | ,218 | 8 | ,833 | ,200 | ,917 | -1,913 | 2,313 |
| | HelpRequests | -,548 | 8 | ,599 | -,600 | 1,095 | -3,126 | 1,926 |
| | Errors | 2,449 | 8 | ,040 | 1,800 | ,735 | ,105 | 3,495 |
| | Time | -1,667 | 8 | ,134 | -43350,40000 | 26007,81307 | -103324,52449 | 16623,72449 |
| File | Fluency | 2,697 | 8 | ,027 | 10.038,30200 | 3.721,44023 | 1.456,64545 | 18.619,95855 |
| | Interventions | 1,937 | 8 | ,089 | 3,400 | 1,755 | -,647 | 7,447 |
| | Confusion | 2,540 | 8 | ,035 | 2,000 | ,787 | ,184 | 3,816 |
| | HelpRequests | -,365 | 8 | ,724 | -,200 | ,548 | -1,463 | 1,063 |
| | Errors | ,784 | 8 | ,455 | ,800 | 1,020 | -1,552 | 3,152 |
| | Time | 2,814 | 8 | ,023 | 141292,80000 | 50216,04141 | 25494,40087 | 257091,19913 |

Cuadro 3.4: Prueba t para la comparación de medidas por soporte y agrupadas por tarea

tienen una cabecera con su descripción (ver tabla 3.5).

| | |
|----|----|
| UL | UR |
| LL | LR |

Cuadro 3.5: Disposición de los gráficos de resultados y nomenclatura de sus componentes

Existe un factor importante a tener en cuenta a la hora de analizar el progreso de los usuarios: la primera, cuarta y última de las sesiones fueron sesiones de test, es decir, sesiones en las que no se proporcionaba ningún soporte para completar la tarea, ni tradicional ni AssisT-Task. Por tanto, es de esperar que en estas sesiones haya picos en la mayoría de las medidas. La primera sesión, además, fue monitorizada constantemente por los evaluadores al no tener los usuarios conocimiento inicial de la tarea. Esto hacía a los evaluadores intervenir continuamente, para enseñarles por primera vez cómo se realizaba la tarea presencialmente. Como consecuencia, el pico esperable en esta ocasión estaría presente al siguiente día, que es cuando se enfrentarán por primera vez a la herramienta, y sin tanta ayuda como el primer día.

Estos picos, que algunos evaluadores podrían considerar artefactos en sus medidas, aquí se convierten en elementos bastante valiosos, ya que evaluar a los usuarios alguna vez dentro del propio proceso global de evaluación es una práctica habitual en capacitación laboral. Además, dan una idea de la cantidad de aprendizaje puramente de la tarea han retenido hasta el momento. Realizar el proceso así, por tanto, hace fiable nuestro proceso de evaluación a ojos de los ya conocidos métodos de capacitación laboral.

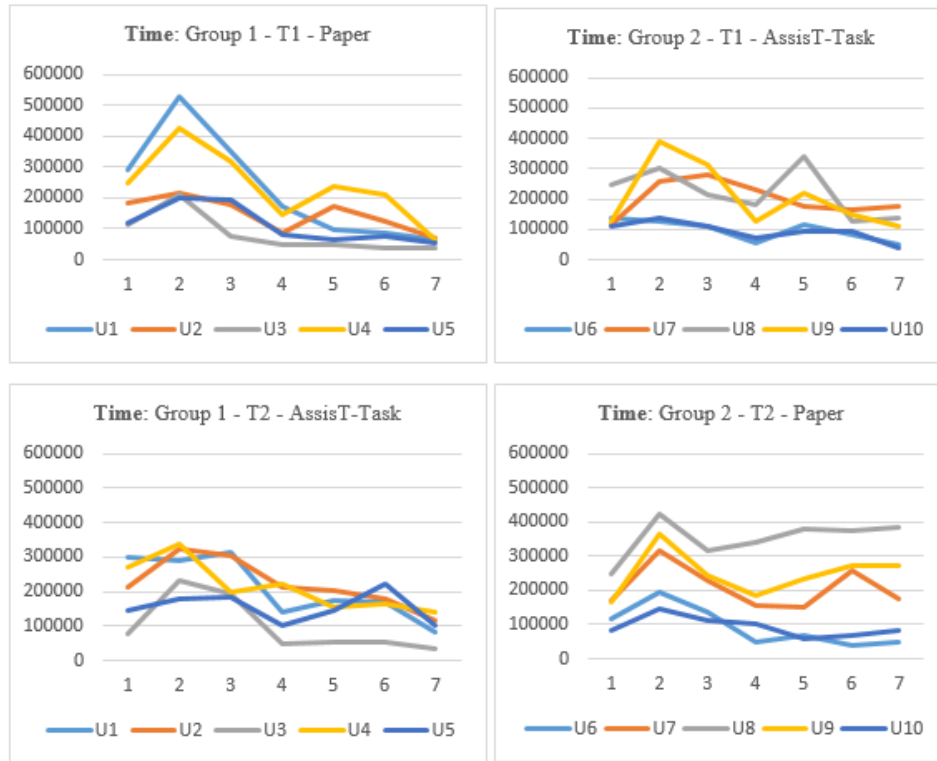


Figura 3.4: Resultados de tiempo

3.4.1. Tiempo

Los resultados de tiempo se pueden ver en el gráfico 3.4.

El tiempo empleado por los usuarios para completar las tareas decreció visiblemente a lo largo de las sesiones. Esto se puede comprobar en el gráfico fácilmente excepto en LR, que es la tarea de alta carga cognitiva, soportada por instrucciones en papel. De hecho, la diferencia que supone el uso de la herramienta en T2 (en otras palabras, la diferencia entre LL y LR) viene apoyada estadísticamente, como se comentaba anteriormente. Es interesante también observar la forma que adquiere el aprendizaje respecto a este factor. En UL, una tarea eminentemente manipulativa y con soporte en papel, los primeros intentos resultan bastante engorrosos, y da lugar a ese pico tan alto al inicio. Sin embargo, la carga cognitiva menor que supone este tipo de tarea, permite que, aun teniendo un soporte más difícil de interpretar, se aprenda de forma más rápida e intuitiva que si se utiliza una herramienta tecnológica mientras tanto. Sin embargo, podemos ver en su contrapartida (UR) que el valor neto de estos tiempos es sensiblemente menor, probablemente debido a la ausencia de ese periodo inicial tan abrupto de adaptación que existía con las instrucciones en papel. Esto también nos da una idea de la tolerancia que se percibe en la introducción de la herramienta tecnológica en el proceso de aprendizaje.

3.4.2. Fluidez

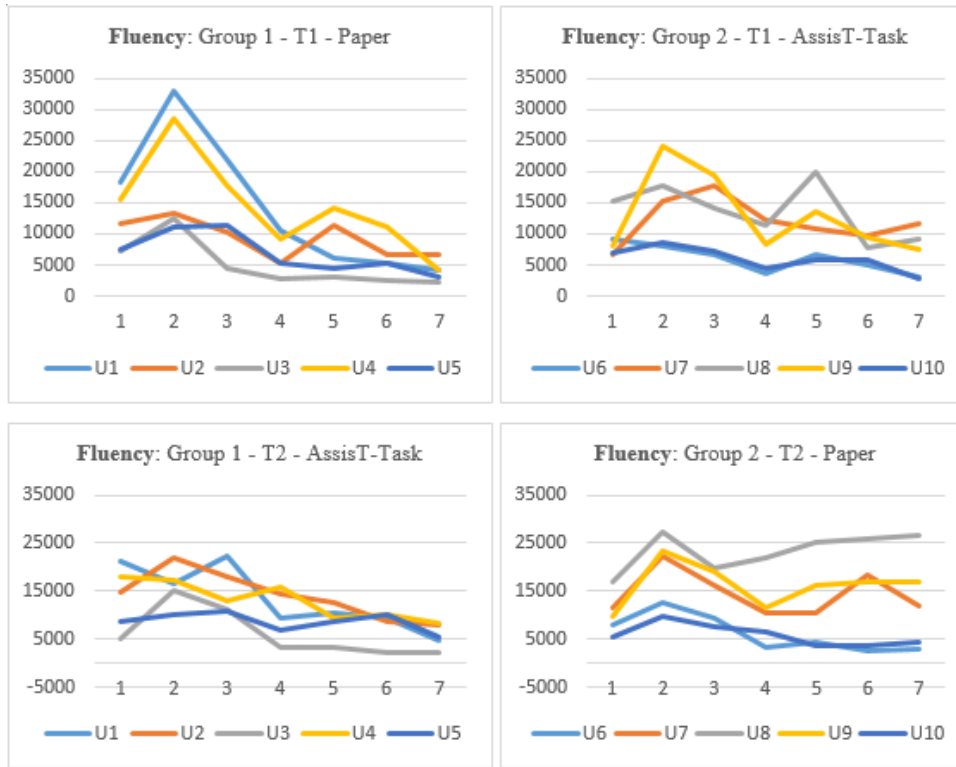


Figura 3.5: Resultados de fluidez

Los resultados de fluidez se pueden ver en el gráfico 3.5.

Los resultados de fluidez muestran el pico más alto en UL, mientras que presenta valores bajos en el resto de las sesiones. Ocurre un hecho muy similar al de las mediciones de tiempo, y ciertamente eran de esperar, puesto que la fluidez es una medida también basada en tiempos, y por tanto está sujeta a las mismas vicisitudes. No se observa una clara evolución en LR, de nuevo un resultado similar que en tiempo, a pesar de no haber obtenido del todo el apoyo estadístico. Sin embargo, es visible y evidente la mejora que supone AssisT-Task en T2 (comparando entre LL y LR).

3.4.3. Tasa de error

Los resultados de tasa de error se pueden ver en el gráfico 3.6.

A pesar de haber obtenido una diferencia estadísticamente significativa entre UL y UR (experimentos con T1), en cuanto a progresión no se observa una tendencia clara al decrecimiento del número de errores. Sin embargo, en T2 (LL y LR) se puede observar claramente una diferencia en progresión: los usuarios que utilizaron AssisT-Task tienden a reducir su número de errores de una sesión a otra (excepto en la segunda y séptima sesión,

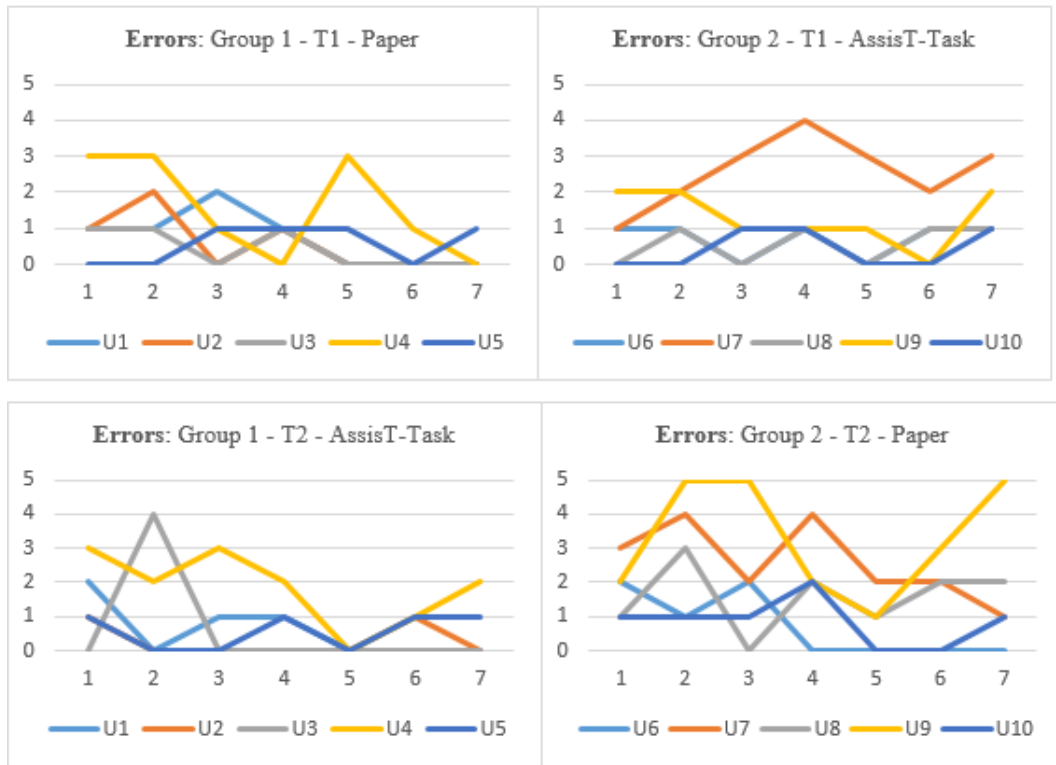


Figura 3.6: Resultados de tasa de error

que son casos excepcionales, como comentamos anteriormente). En esta métrica y las siguientes, que tampoco están basadas en tiempo, se puede ver que el usuario U7 constituye un valor atípico para la muestra, en un sentido negativo en cuanto a los resultados. Los educadores nos advirtieron que este sujeto no iba a participar en la evaluación, debido a su discapacidad cognitiva severa; sin embargo, al final fue incluido en el grupo 2, donde su perfil encajaba con la variabilidad esperada para ambos grupos. El grupo 1 presenta a U4, que presenta un comportamiento similar en algunos casos, y mantiene la simetría de nuestras muestras. La tasa de error, por otra parte, no es tan representativa como el número de intervenciones, ya que los evaluadores en ocasiones intervenían sin necesidad de estar cometiendo un error en el momento. Sin duda, esas intervenciones hubieran acabado por convertirse en otro error, por lo que *enmascaran* cierta parte de estos errores. El número de intervenciones se analiza como métrica a continuación.

3.4.4. Intervenciones

Los resultados de intervenciones se pueden ver en el gráfico 3.7.

A pesar de no estar apoyado estadísticamente, vemos que los gráficos del progreso del número de intervenciones es bastante representativo e ilustrativo. Se puede observar un claro progreso en UL, UR y LL. Sin embargo, la forma que se observa en LR no puede ser

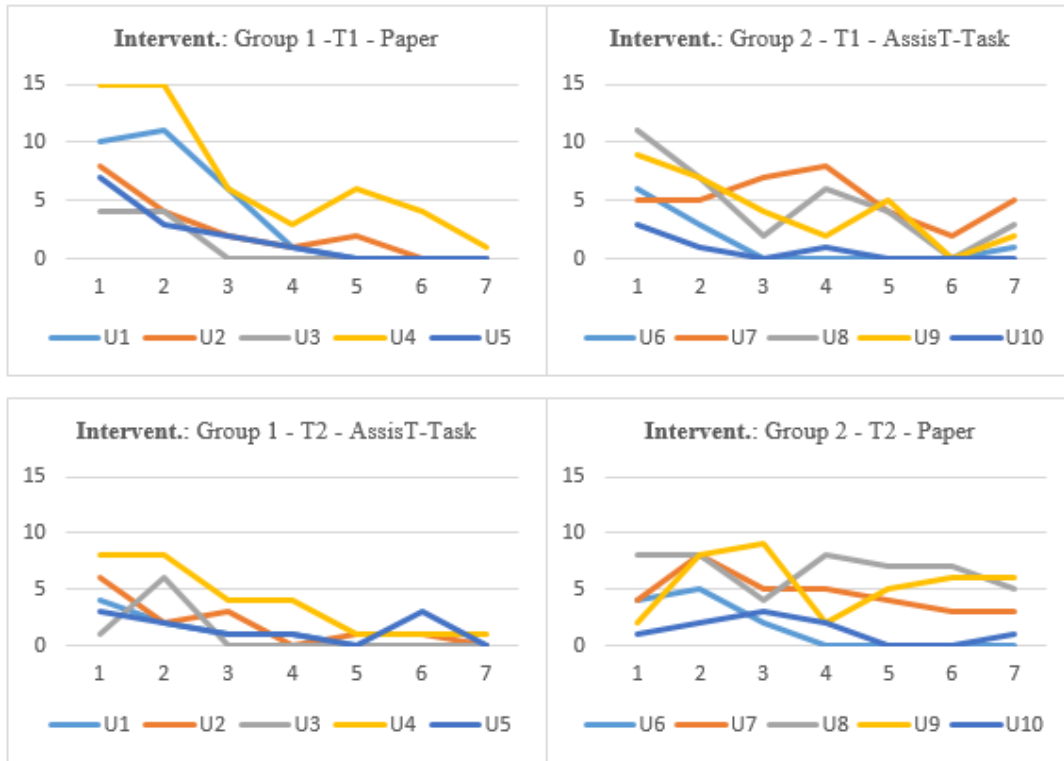


Figura 3.7: Resultados de intervenciones

considerada como curva de aprendizaje clara. Este hecho resalta la diferencia existente en tasa de aprendizaje entre usar soporte tradicional o AssisT-Task en una tarea de alta carga cognitiva, como es T2.

3.4.5. Confusión

Los resultados de confusión se pueden ver en el gráfico 3.8.

De nuevo, en la confusión se puede observar una clara diferencia, no sólo en cuanto a evolución visible, sino cuantitativamente, entre usar un soporte u otra en T2. De hecho, esta diferencia cuenta con significación estadística ($p = 0,035$). En cuanto a T1, no se observa una gran diferencia al respecto, obviando la presencia del valor atípico U7.

3.4.6. Peticiones de ayuda

Los resultados de peticiones de ayuda se pueden ver en el gráfico 3.9.

Las peticiones de ayuda han resultado ser una métrica de significancia débil, ya que pedir ayuda durante un proceso de evaluación por parte de este tipo de usuarios requiere cierto grado de confianza con el evaluador, imposible de adquirir en un proceso de evaluación de esta longitud. Sin embargo, se puede observar una necesidad de ayuda mayor

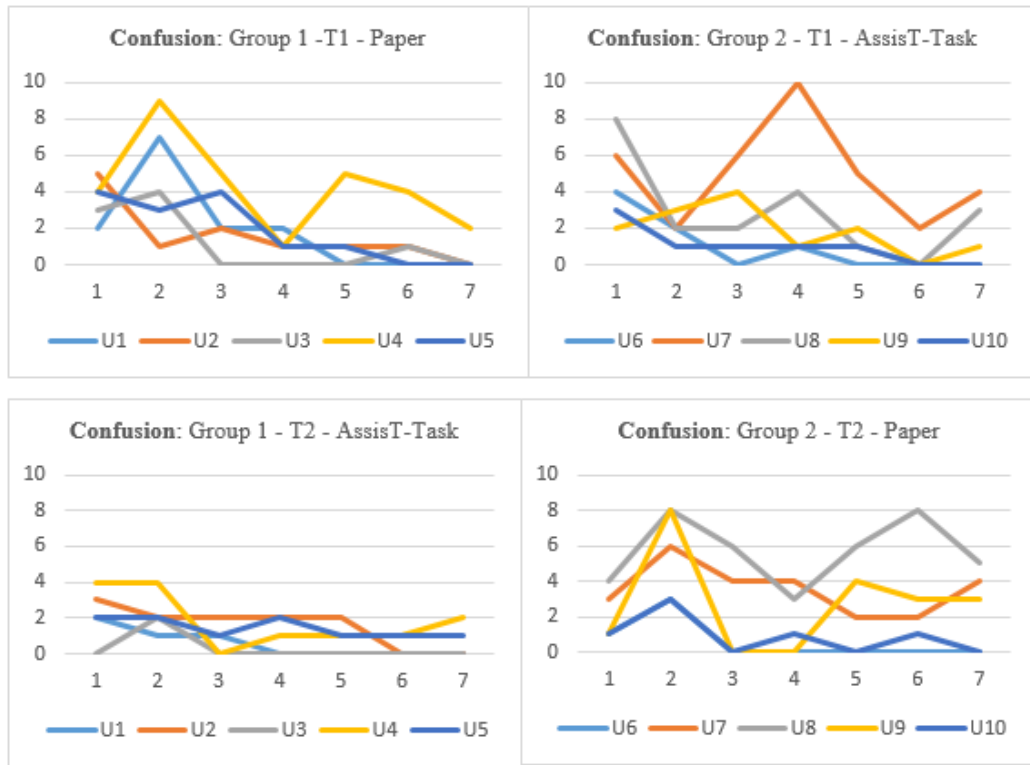


Figura 3.8: Resultados de confusión

en los experimentos de T1, la tarea manipulativa. Como se especificó en la descripción de estas métricas, se descartó el análisis de métricas de frustración y satisfacción, ya que apenas dos usuarios (U4 y U8) expresaron de forma explícita esas sensaciones durante las sesiones, por lo que no se puede extraer ninguna conclusión de una muestra de datos tan pequeña.

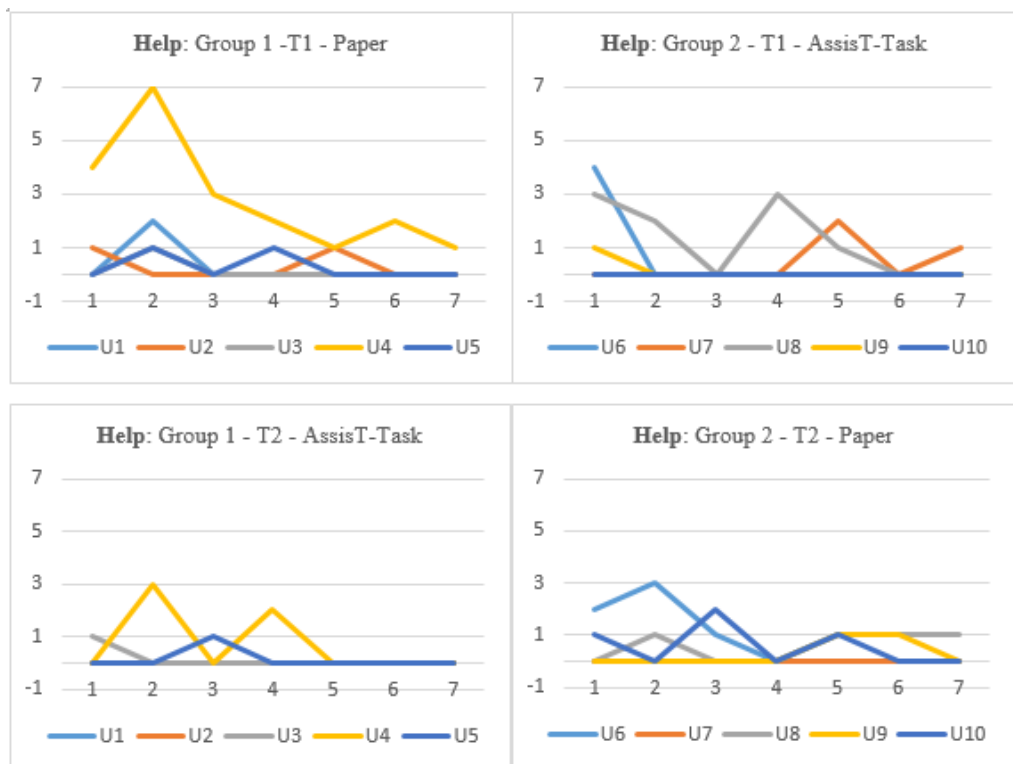


Figura 3.9: Resultados de peticiones de ayuda

4 | Conclusiones

AssisT-Task es una aplicación Android que proporciona manuales interactivos paso por paso para asistir a personas con discapacidad cognitiva en sus tareas de la vida diaria. Esta herramienta ha sido desarrollada siguiendo pautas básicas de diseño centrado en el usuario y las ofrecidas por expertos en la asistencia de estas personas: preparadores de la Fundación de Síndrome de Down especializados en capacitación laboral. La herramienta resulta de especial interés a la hora de proporcionar la autonomía suficiente que requiere para estas personas adquirir un empleo adaptado a su perfil.

La herramienta, cuyo diseño inicial fue objeto de Trabajo de Fin de Grado [18], ha sufrido cambios que surgieron de necesidades expresadas por los educadores y las circunstancias que rodean el centro donde se realiza la capacitación laboral. Por una parte, se ha eliminado la necesidad de conexión constante a Internet para la ejecución de la aplicación. Ahora, lanzar la aplicación con conexión a Internet en el dispositivo es simplemente ocasional, con el objetivo de actualizar los contenidos de la aplicación, que se almacenan en el dispositivo. Por otra parte, se ha añadido la posibilidad de planificar alarmas en horas y días de la semana para lanzar la aplicación con tareas pre-cargadas. También existe ahora una herramienta de autor, desarrollada durante un Proyecto de Fin de Carrera [2], que permite a educadores y familiares editar los contenidos de los manuales que proporciona AssisT-Task.

La evaluación consistió en un experimento con usuarios en formación *Latin Square*, mediante dos tareas: una de carácter manipulativo y otra con una mayor carga cognitiva. Se dispuso de dos grupos de cinco personas cada uno cuyos componentes fueron seleccionados bajo criterios de variabilidad, simetría y representatividad. Los dos grupos utilizaron dos tipos de soportes (tradicional en papel y AssisT-Task) para completar las dos tareas en formación cruzada, a lo largo de siete sesiones para cada tarea. Las sesiones se grabaron en vídeo y fueron analizadas mediante su visionado y una herramienta automática, obteniendo datos de tiempo, tasa de error, fluidez, confusión, peticiones de ayuda e intervenciones de los evaluadores.

La mejora que se observó al utilizar AssisT-Task en lugar del soporte tradicional varía

según tareas y usuarios. Una de las tareas tenía una carga cognitiva más elevada; la otra comprendía un desafío manipulativo mayor. La segunda no suponía una diferencia significativa en la mayoría de las medidas tomadas, al contrario que la primera. Este hecho llevó a considerar los resultados clasificados por perfiles de usuarios, como sugirieron los preparadores, para observar si la diferencia es significativa de este modo. De hecho, observamos que los usuarios con un menor nivel de capacidades cognitivas mejoró su rendimiento a lo largo de las sesiones, ya que son usuarios que se dejan instruir por la herramienta, mientras que las instrucciones en papel suponían un desafío para ellos. Sin embargo, perfiles de nivel cognitivo más elevado no mostraron una clara mejora en su rendimiento al utilizar AssisT-Task en lugar del soporte tradicional, ya que son capaces de utilizar instrucciones en papel adecuadamente sin perderse mientras realizan una tarea manipulativa. Es más, el rendimiento durante la tarea con mayor carga cognitiva mejoró a lo largo de las sesiones para ambos perfiles de usuarios usando AssisT-Task, mientras que las instrucciones en papel no les hicieron aprender a realizar las respectivas tareas de la misma forma.

Esta mejora en cuanto a rendimiento y aprendizaje que supone aplicar AssisT-Task en la formación de estos individuos está apoyada por la estadística en varias ocasiones: en los valores de tiempo, fluidez y tasa de error, se observa una diferencia estadísticamente significativa.

A fecha de redacción de este Trabajo de Fin de Máster, la herramienta se está utilizando en la Fundación de Síndrome de Down de Madrid durante las clases de capacitación laboral. Uno de los usuarios de la evaluación fue llamado a empleo cierto tiempo después de las sesiones de aprendizaje, donde también utilizaron la herramienta en el proceso de aprendizaje, hasta que dejó de ser necesaria. Otros centros han solicitado la implantación y evaluación de la herramienta para sus alumnos.

4.1. Trabajo futuro

Tras finalizar el proceso de evaluación y a lo largo de reuniones con el equipo de educadores de la Fundación de Síndrome de Down, surgieron ideas que podrían continuar con el recorrido que lleva la herramienta. De estas ideas se extraen unas posibles líneas de trabajo futuro:

Evaluación de planificación semanal: el Centro Estatal de Referencia al Daño Cerebral Adquirido (CEADAC) ofrece usuarios y familiares que desean probar AssisT-Task con la nueva funcionalidad de planificación semanal y alarmas, concretamente, para aquellos usuarios que tiene problemas de memoria a largo plazo y adquisición de hábitos.

Evaluación en pisos tutelados: el Instituto de Psico-Pediatría “Dr. Quintero Lum-

breras” ofreció realizar unas pruebas de AssisT-Task para usuarios que están empezando a vivir de forma autónoma en pisos tutelados.

Herramienta generalizada de análisis retrospectivo: la aplicación que se desarrolló para analizar el visionado de vídeos es muy susceptible de ser extendida al análisis de cualquier tipo de registro producido en sesiones de evaluación con usuarios, ya que la desarrollada para este trabajo contenía las entradas específicas de nuestras tareas.

Gestión de grupos y usuarios: ya que la aplicación debe ser usable para cualquier usuario de cualquier centro, es deseable que la herramienta de autor proporcione la funcionalidad de gestionar los usuarios o grupos de usuarios que aparecerán en la pantalla de selección de usuario, de ser necesaria.

Adaptar la aplicación a *tablet*: en varios de los centros de contacto, sugirieron que la aplicación se pudiera utilizar en *tablets*, lo que requiere un nuevo diseño de la interfaz, atendiendo a la interacción que se realiza con este dispositivo por parte de estos usuarios.

Recopilación y análisis de datos de un uso extendido: una vez la aplicación fuese utilizada y difundida por varios centros, sería deseable obtener datos de uso de una manera no intrusiva, de manera que se puedan publicar regularmente versiones de la herramienta, por ejemplo, a nivel comercial en el centro de aplicaciones *Google Play*.

Bibliografía

- [1] Devender R Banda, Maud S Dogoe, and Rose Marie Matuszny. Review of video prompting studies with persons with developmental disabilities. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 46(4):514, 2011.
- [2] Pablo Jesús Bueno Soto et al. Herramienta de autor para la definición de guías de interacción adaptativas para personas con discapacidad cognitiva. 2013.
- [3] Yao-Jen Chang, Li-Der Chou, Frank Tsen-Yung Wang, and Shu-Fang Chen. A kinect-based vocational task prompting system for individuals with cognitive impairments. *Personal and ubiquitous computing*, 17(2):351–358, 2013.
- [4] Yao-Jen Chang, Ya-Shu Kang, and Po-Chiao Huang. An augmented reality (ar)-based vocational task prompting system for people with cognitive impairments. *Research in developmental disabilities*, 34(10):3049–3056, 2013.
- [5] Yao-Jen Chang and Tsen-Yung Wang. Comparing picture and video prompting in autonomous indoor wayfinding for individuals with cognitive impairments. *Personal and Ubiquitous Computing*, 14(8):737–747, 2010.
- [6] Melissa Dawe. Desperately seeking simplicity: how young adults with cognitive disabilities and their families adopt assistive technologies. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, pages 1143–1152. ACM, 2006.
- [7] Stephen Fickas, McKay Sohlberg, and Pei-Fang Hung. Route-following assistance for travelers with cognitive impairments: A comparison of four prompt modes. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(12):876–888, 2008.
- [8] Nancy M Gell, Dori E Rosenberg, George Demiris, Andrea Z LaCroix, and Kushang V Patel. Patterns of technology use among older adults with and without disabilities. *The Gerontologist*, page gnt166, 2013.
- [9] Javier Gómez, Xavier Alamán, Germán Montoro, Juan C Torrado, and Adalberto Plaza. Amicog–mobile technologies to assist people with cognitive disabilities in the work place. *ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*, 1(7):9–17, 2014.

- [10] Monica Hallgren, Louise Nygård, and Anders Kottorp. Everyday technology use among people with mental retardation: relevance, perceived difficulty, and influencing factors. *Scandinavian journal of occupational therapy*, (0):1–9, 2013.
- [11] Melissa E Hudson, Diane M Browder, and B Jimenez. Effects of a peer-delivered system of least prompts intervention and adapted science read-alouds on listening comprehension for participants with moderate intellectual disability. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 2014.
- [12] Giulio E Lancioni, Nirbhay N Singh, Mark F OReilly, Jeff Sigafoos, and Doretta Oliva. Assistive technology for people with severe/profound intellectual and multiple disabilities. In *Assistive Technologies for People with Diverse Abilities*, pages 277–313. Springer, 2014.
- [13] Edmund F LOPresti, Cathy Bodine, and Clayton Lewis. Assistive technology for cognition [understanding the needs of persons with disabilities]. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, 27(2):29–39, 2008.
- [14] Linda C Mechling. Assistive technology as a self-management tool for prompting students with intellectual disabilities to initiate and complete daily tasks: A literature review. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 42(3):252, 2007.
- [15] Christian Peters, Thomas Hermann, Sven Wachsmuth, and Jesse Hoey. Automatic task assistance for people with cognitive disabilities in brushing teeth—a user study with the tebra system. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 5(4):10, 2014.
- [16] Linsey M Sabielny and Helen I Cannella-Malone. Comparison of prompting strategies on the acquisition of daily living skills. *EDUCATION AND TRAINING IN AUTISM AND DEVELOPMENTAL DISABILITIES*, 49(1):145–152, 2014.
- [17] Julie Lounds Taylor and Robert M Hodapp. Doing nothing: adults with disabilities with no daily activities and their siblings. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 117(1):67–79, 2012.
- [18] Juan Carlos Torrado Vidal et al. Sistema adaptativo para la asistencia de personas con necesidades especiales en sus tareas de la vida diaria. 2013.

A | Ejemplo de análisis retrospectivo de vídeo

A continuación se muestra el fichero de registro generado cuando se analiza un vídeo de una sesión de ejemplo. Este fichero lo genera una aplicación Android que muestra una interfaz consistente en un panel de botones que representan las acciones representativas de la tarea y otras eventualidades posibles que se dan durante la realización de la misma. El fichero, una vez finalizado el análisis de la sesión, se envía por correo electrónico, se guarda también en el dispositivo de forma local, y se sube a un servidor FTP. De esta forma se garantiza su disponibilidad para hacer a continuación en análisis estadístico de todas las sesiones. El análisis de estos ficheros se realiza leyendo toda la información que contienen y modelándola en objetos de lenguaje Ruby, que permiten operar con ellos y realizar operaciones matemáticas que permiten extraer conclusiones de carácter estadístico posteriormente.

Este ejemplo resultó de la última sesión de un usuario (de nombre *Alba*) para la tarea T1 (archivar). En su sesión podemos ver varios eventos, por ejemplo, de intervención (*INTERVENTION*), confusión (*CONFUSION*) y recordar datos (*REMEMBER*). El fichero consiste en una tabla con tantas filas como entradas de eventos, y las columnas representan la siguiente información:

- Etiqueta del fichero.
- Nivel de la entrada.
- Marca temporal.
- Usuario.
- Tipo de acción.
- Acción.
- Información extra.

| beginning of /dev/log/main | | | | | | | |
|----------------------------|-----|-------|------|---------------|-------------|---------|----------------|
| # | TAG | LEVEL | TIME | USER | ACTION_TYPE | ACTION | EXTRA_INFO |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100210478 | Alba | GENERAL | START |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100224631 | Alba | GENERAL | CONFUSION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100226522 | Alba | GENERAL | OPEN_1 |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100233621 | Alba | GENERAL | PUT_ORIGINAL |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100240684 | Alba | GENERAL | CLOSE_1 |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100247371 | Alba | GENERAL | NEED_HELP |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100247763 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100251571 | Alba | GENERAL | REMEMBER |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100264921 | Alba | GENERAL | CONFUSION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100272141 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100273897 | Alba | GENERAL | NEED_HELP |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100280977 | Alba | GENERAL | NEED_HELP |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100286536 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100289790 | Alba | GENERAL | PRESS_ZOOM |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100293147 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100296658 | Alba | GENERAL | CONFUSION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100298936 | Alba | GENERAL | FRUSTRATION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100312964 | Alba | GENERAL | CONFUSION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100313893 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100321914 | Alba | GENERAL | MISTAKE |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100322471 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100345249 | Alba | GENERAL | FRUSTRATION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100347589 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100355403 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100357908 | Alba | GENERAL | SELECT_ZOOM |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100365209 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100374164 | Alba | GENERAL | FRUSTRATION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100382984 | Alba | GENERAL | NEED_HELP |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100387499 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100393359 | Alba | GENERAL | MISTAKE |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100393781 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100394686 | Alba | GENERAL | PRESS_DENSITY |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100402570 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100403247 | Alba | GENERAL | SELECT_DENSITY |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100409418 | Alba | GENERAL | 1_COPY |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100411063 | Alba | GENERAL | MAKE_COPY |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100414813 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100421794 | Alba | GENERAL | TAKE_COPY |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100428463 | Alba | GENERAL | OPEN_2 |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100430190 | Alba | GENERAL | TAKE_ORIGINAL |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100436366 | Alba | GENERAL | CLOSE_2 |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100436894 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100444277 | Alba | GENERAL | MISTAKE |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100445043 | Alba | GENERAL | INTERVENTION |
| EVALUATION | | | INFO | 1394100447159 | Alba | GENERAL | LAST_INVALID |

| | | | | |
|------------|------|---------------|------|----------------------|
| EVALUATION | INFO | 1394100447336 | Alba | GENERAL LAST_INVALID |
| EVALUATION | INFO | 1394100453002 | Alba | GENERAL RESTART |
| EVALUATION | INFO | 1394100456449 | Alba | GENERAL END |

B | Encuesta sobre el uso de la tecnología

A continuación se muestran los resultados de la encuesta sobre el uso de la tecnología que se realizó a los alumnos de dos grupos del centro de preparación laboral de la Fundación de Síndrome de Down de Madrid. Las preguntas, etiquetadas en la tabla, son como sigue:

P1: ¿Cómo te llamas?

P2: ¿Cuántos años tienes?

P3: ¿Tienes teléfono móvil?

P4: ¿Tienes *tablet*?

P5: ¿Tienes conexión a Internet en casa?

P6: ¿Tienes conexión a Internet en el móvil?

P7: ¿Cuánto usas tu teléfono?

P8: ¿Utilizas alguna aplicación para consultar mapas?

P9: ¿Utilizas alguna aplicación para consultar el transporte público?

P10: ¿Cuánto usas la *tablet*?

P11: ¿Tienes correo electrónico?

P12: ¿Cuánto usas el correo electrónico?

P13: ¿Cuánto usas las redes sociales?

P14: ¿Sueles ver vídeos por Internet?

P15: ¿Sueles buscar información por Internet?

| P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 |
|------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Irene diez | 25 | Sí, y es táctil | Si | Si | Si | 5 | Sí | Sí | 5 | Si | 5 | 5 | Si | Si |
| JuanMa Barragan | 24 | Sí, y es táctil | No | Si | No | 0 | Sí | Sí | | Si | 5 | 5 | Si | Si |
| Daniel Machado | 22 | Sí, y es táctil | Si | Si | No | 5 | No | No | 5 | Si | 3 | 5 | Si | Si |
| Raquel Vicente | 23 | Sí | No | Si | No | 3 | No | No | | Si | 5 | 3 | Si | Si |
| Gema Alises | 37 | Sí, y es táctil | No | Si | | 4 | No | No | | Si | 5 | 5 | Si | Si |
| Ines Gomez | 22 | Sí, y es táctil | No | Si | Si | 5 | No | Sí | | | | 5 | Si | Si |
| Elena Cercadillo | 36 | Sí, y es táctil | Si | Si | Si | 5 | Sí | Sí | | | | 1 | No | Si |
| Alba | 22 | Sí, y es táctil | Si | Si | Si | 5 | Sí | Sí | 5 | Si | 5 | 4 | Si | Si |
| Javier | 22 | Sí, y es táctil | No | Si | Si | 5 | No | No | 0 | Si | 1 | | Si | Si |
| Javier Perea | 22 | Sí, y es táctil | No | No | Si | 4 | Sí | Sí | | Si | 2 | 3 | Si | Si |
| Maria | 23 | Sí, y es táctil | Si | Si | Si | 5 | No | Sí | 5 | Si | 4 | 5 | Si | Si |
| Miguel | 24 | Sí | Si | Si | No | 5 | No | No | 5 | Si | 5 | 5 | Si | Si |
| Gema | 22 | Sí, y es táctil | Si | Si | Si | 5 | No | No | 5 | Si | 5 | 5 | Si | Si |
| Natalia | 23 | Sí | No | Si | No | 3 | No | No | | Si | 2 | 0 | Si | Si |
| Hector Martin | 21 | Sí | Si | Si | Si | 4 | Sí | Sí | 5 | Si | 5 | 3 | Si | Si |
| JuanMa | 27 | Sí | No | Si | No | 5 | Sí | Sí | | | | 5 | Si | Si |
| Alexei Sanchez | 21 | Sí, y es táctil | No | Si | No | 3 | Sí | Sí | | Si | 4 | 3 | Si | Si |
| Elena Cortes | 25 | Sí | No | No | Si | 3 | No | No | 0 | Si | 0 | 0 | No | Si |
| Noelia | 22 | Sí | Si | Si | Si | 5 | Sí | No | 4 | Si | 4 | 4 | Si | Si |
| Lucía Medina | 23 | Sí | No | Si | No | 5 | No | No | | Si | 4 | | Si | Si |
| Laura Nuñez | 21 | Sí | Si | Si | No | 3 | No | No | 5 | Si | 3 | 3 | Si | Si |
| Miguel Yance | 26 | Sí | No | | | | | | | | | | | |